

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Факультет електроніки
(повна назва інституту/факультету)

Кафедра мікроелектроніки
(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

(підпис)

(ініціали, прізвище)

“ ____ ” _____ 20__ р.

**Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра**

зі спеціальності 153.01 мікроелектронні інформаційні системи

на тему: Прилад для контролю параметрів акумуляторної батареї

Виконав студент 2 курсу, групи ДП-92мп

Ліпко Дмитро Олегович

Керівник професор, к.т.н. Олександр БОРИСОВ

Консультант з технологічних питань доц., к.т.н. Анатолій ОРЛОВ

Консультант з нормоконтролю доц. К.Ф.-М.Н. Георгій СВЄЧНИКОВ

Консультант з інформаційних питань ст. викл., к.т.н. Юрій ДІДЕНКО

Рецензент _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій дипломній роботі
немає запозичень з праць інших авторів
без відповідних посилань.

Студент _____

(підпис)

Київ – 2020 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Інститут (факультет) електроніки
(повна назва)

Кафедра мікроелектроніки
(повна назва)

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки 7.05080103 Мікроелектронні інформаційні системи
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

(підпис) (ініціали, прізвище)
«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

групи ДП-92мп Ліпко Дмитро Олегович
(група, прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Прилад для контролю параметрів акумуляторної батареї
,
керівник проекту Борисов Олександр Васильович, професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «__» _____ 20__ р. № _____

2. Термін подання студентом проекту _____

3. Вихідні дані до проекту Прилад для контролю параметрів акумуляторної батареї електромобіля в межах 300 – 400В.

4. Зміст пояснювальної записки (конкретні завдання на дипломний проект)
1.Розробка блок схеми приладу. 2.Розробка схемотехніки приладу. 3
Розробка друкованої плати приладу. 4.Побудова прототипу приладу. 5.
Програмування мікроконтролера. 6. Дослідження роботи приладу на практиці

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) 1.Схема приладу. 2. Зображення друкованої плати..

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 01.09.2020_____.

Календарний план виконання

№	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1.	Літературний огляд.	01.09.20-15.09.20	
2.	Розробка блок схеми приладу.	16.09.20-24.09.20	
3.	Розробка схемотехніки приладу.	25.09.20-01.10.20	
4.	Побудова прототипу	02.10.20-15.10.20	
5.	Програмування мікроконтролера.	16.10.20-20.10.20	
6.	Тестові випробування.	21.10.20-25.10.20	
7.	Оформлення дипломної роботи.	26.10.20-30.11.20	

Студент

(підпис)

Ліпко Д.О.
(ініціали, прізвище)

Керівник проекту

(підпис)

Борисов О. В.
(ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Роботу викладено на 79 сторінках, вона містить 6 розділів, 34 ілюстрацій, 23 таблиці та 7 джерел в переліку посилань.

Об'єктом дослідження стала літій-іонна акумуляторна батарея електромобіля Chevrolet Volt, потужністю 16 кВт*год.

Метою даної роботи є – розробка пристрою, що міг би вимірювати параметри акумуляторної батареї, аналізувати дані та виводити ці дані на дисплей, керувати зарядом та розрядом акумулятора.

Перший інформаційно-аналітичний розділ роботи визначає призначення та галузі застосування пристрою.

У другому розділі викладено короткий аналіз типів акумуляторів.

У третьому розділі проводиться аналіз принципу роботи систем вимірювання та контролю параметрів акумуляторної батареї.

У четвертому розділі, викладено етапи розробки принципової схеми пристрою.

У п'ятому розділі викладено порядок виготовлення прототипу пристрою.

У шостому розділі викладено розробку стартап проекту.

Ключові слова: акумуляторна батарея, BMS, електротранспорт.

ABSTRACT

The work is presented on 79 pages, it contains 6 sections, 34 illustrations, 2 tables and 7 sources in the list of references.

The object of the study was a lithium-ion battery of an electric car Chevrolet Volt, with a capacity of 16 kW *ah.

The purpose of this work is to develop a device that could measure the parameters of the battery, analyze data and display this data, control the charge and discharge of the battery.

First information-analytical section of the work defines the purpose and areas of application of the device.

The second section provides a brief analysis of battery types.

In the third section the analysis of the principle of work of systems of measurement and control of parameters of the storage battery is carried out.

The fourth section outlines the schematic diagram of the device and the stages of its development.

The fifth section describes the stages of making a prototype device.

The sixth section describes the development of a startup project

Key words: rechargeable battery, BMS, electric transport.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	3
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,	6
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	6
ВСТУП.....	8
1. ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ГАЛУЗІ ЗАСТОСУВАННЯ ПРИЛАДУ	9
2 РІЗНОВИДИ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ.....	12
2.1 Вступ.....	12
2.2 Свинцево-кислотні акумулятори	13
2.3 Нікель-метал-гідридні батареї	14
2.4 Акумулятор натрію	15
2.5 Літій-іонні батареї.....	16
3. ПРИНЦИП РОБОТИ ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ АКУМУТОРНИХ БАТАРЕЙ.....	18
3.1 Вступ.....	18
3.2 Контроль сили струму заряду та розряду батареї.....	19
3.3 Контроль напруги заряду.....	21
3.4 Контроль мінімальної напруги.....	22
3.5 Контроль температурних режимів.....	23
3.6 Балансування напругу на елементах батареї.....	23
3.6 Висновки.....	25
4. РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ	26
4.1 CAN інтерфейс	26
4.2 SPI інтерфейс	30
4.3 I2C інтерфейс	35
4.4 LIN інтерфейс	38
4.5 Блок введення та виведення інформації.....	42
4.6 Розробка принципової та блок схеми пристрою	43
4.7 Розробка друкованої плати.....	46
4.8 Розробка корпусу приладу	49
5. ВИГОТОВЛЕННЯ ПРОТОТИПУ ПРИСТРОЮ	52
5.1 Виготовлення прототипу друкованої плати	52
5.2 Монтаж деталей на друковану плату	56

5.3 Виготовлення корпусу приладу	57
6. СТАРТАП ПРОЕКТ	59
6.1 Опис ідеї стартап проекту	59
6.2 Технологічний аудит ідеї проекту	61
6.3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту	61
6.4. Розроблення ринкової стратегії стартап проекту	69
6.5. Розроблення маркетингової програми стартап-проекту.....	71
ВИСНОВКИ	73
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	75

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

AVR – сімейство мікроконтролерів

BMS – battery management system (система балансування та м)

CAN – Controller Area Network (елемент постійної фази)

CPU – central processing unit (центральний процесор)

CS – chip select (вибір пристрою)

DOD – depth of discharge (ковзне падіння)

EV - electric vehicle (електромобіль)

EVC – electric vehicle control (блок контролю електромобіля)

EV-1 – перший в історії серійний електромобіль, який виробила компанії

General Motors

GM – General Motors (компанія автовиробник)

LBC – lithium battery control (блок контролю літієвої тягової акумуляторної батареї)

LIB – Li-ion battery (літій-іонна батарея)

Li-Ion – lithium-ion battery (літій-іон)

NiCd – Nickel–cadmium (нікель-кадмій)

NiMH – Nickel–metal hydride (нікель-металгідрид)

OLED – organic light-emitting diode (технологія дисплеїв)

PHEV – plug-in hybrid electric vehicle (автомобіль з гібридною силовою установкою з можливістю підзарядки акумулятора)

PWM – pulse-width modulation (широтно-імпульсна модуляція)

SPI – Serial Peripheral Interface (послідовний периферійний інтерфейс)

SOC – State of charge (рівень заряду)

SOH – State of health (рівень залишкової ємності від початкової)

SOS – State of Safety (рівень безпеки)

SCL - Serial CLock (серіал частота)

SDA- Serial DAta (серіал дата)

ВСТУП

Останнім часом людство почало потребувати дуже багато акумуляторних батарей, за рахунок використання альтернативних джерел енергії та розвитку транспортних засобів, що приводяться в рух, за рахунок електродвигуна, та живляться від акумуляторів.

Акумуляторні батареї почали використовувати у промислових будівлях та навіть в звичайних житлових будинках для зберігання накопиченої електроенергії. Це дуже актуально в містах з великим споживанням електроенергії в часи пікових навантажень. Такі системи акумуляування електроенергії, допомагають балансувати енергосистему міст, та знижують навантаження на енергосистему шляхом заряду акумуляторних батарей вночі, коли навантаження низьке, та віддають накопичену енергію в мережу, у часи пікових навантажень. Це позитивно впливає на роботу електростанцій, та енергосистеми в цілому.

В умовах відключення енергопостачання міста, акумуляторні батареї використовуються в системах безперебійного живлення будівель. Такі системи особливо необхідні в будівлях, що важливі для підтримання життя людей. За допомогою цих систем, лікарні можуть рятувати життя людей без зупинок.

Електротранспорт має багато переваг перед класичними транспортом з двигуном внутрішнього згорання. Основна перевага, у відсутність шкідливих викидів в атмосферу. Що робить електротранспорт ідеальним засобом пересування для міст. Також такий транспорт позитивно впливає на баланс електросистем міст. Електростанції цілодобово працюють, та виробляють однакову кількість електроенергії в день і в ночі. Більшість електротранспорту заряджаються вночі, особливо персонального, а як відомо вночі навантаження на електросистему не велике, тому електротранспорт позитивно впливають на баланс електросистеми міст.

Одним зі основних вузлів електротранспорту є акумуляторна батарея, вона має певний ресурс, що характеризується кількістю циклів заряду та розряду. Саме цей вузол потребує постійної перевірки на несправність. В середині акумулятора є

блок керування (BMS), що міряє напругу на всіх комірках акумуляторної батареї, і не дозволяє глибоко розряджати та перезаряджати батарею. Блок контролю параметрів акумулятора обмінюється інформацією з іншими системами. В електромобілях, електроавтобусах, так інших наземних транспортних засобах, обмін інформацією відбувається за допомогою інтерфейсу передачі даних CAN-Bus. В стаціонарних системах накопичення енергії, блок BMS обмінюється інформацію з іншими блоками за допомогою CAN-Bus, наприклад з сонячними інверторами. Саме цей інтерфейс передачі даних повинен бути в пристрої для контролю параметрів акумуляторної батареї.

Новизна пристрою у тому, що він, може працювати з акумуляторною батарею, в різних сферах застосування акумуляторів, та може програмно налаштовуватись під різні задачі, та працювати в різних системах.

Пристрій можна конфігурувати на роботу з різними типами хімії літєвих акумуляторів, та на різну кількість послідовно підключених комірок, аж до 96 комірок, бо саме така кількість комірок використовуються в більшості електромобілів.

У склад пристрою контролю параметрів акумуляторної батареї повинен входити мікроконтролер, адаптер для інтерфейсу CAN мережі, трансмітер CAN мережі, трансмітер LIN мережі, дисплей для відображення інформації, тактові кнопки для вводу інформації, стабілізатор напруги.

Отже, темою даної магістерської дисертації, є розробка та виготовлення прототипу пристрою, що міг би контролювати параметри акумуляторної батареї в діапазоні 6 – 96 послідовно підключених комірок.

1. ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ГАЛУЗІ ЗАСТОСУВАННЯ ПРИЛАДУ

Основне застосування приладу для контролю параметрів акумуляторної батареї, не давати параметрам акумуляторної батареї виходити за рамки дозволених діапазонів. Даний пристрій вимірює багато додаткових параметрів, таких як:

- напругу комірок батареї;
- внутрішній опір комірок батареї;
- ємність поточна (SOC);
- загальну напругу батареї;
- ємність залишкова від номінальної (SOH);
- загальну напругу батареї;
- температуру в середині батареї;
- силу струму.

Пристрій необхідний в усіх сферах де застосовуються акумуляторні батареї. Найбільш розвинуті та популярні зараз сфери застосування – це електротранспорт, та альтернативна енергетика.

В нашій країні спостерігатися великий приріст кількості встановлення приватних сонячних електростанцій на поверхнях будинків. Так, як сонячна електростанція виробляє електроенергію тільки в день, та в сонячні дні, тому необхідно акумулювати вироблену електроенергію в акумуляторну батарею, щоб користуватися нею в інший час.

Стаціонарна акумуляторна батарея, допомагає додати пікової вихідної потужності для пристроїв з великою потужністю до тих пір поки акумулятор не розрядиться, так як акумулятор може віддавати потужність в декілька разів більшу за свою власну.

Електротранспорт набуває все більшої популярності в світі. Він почав активно конкурувати, та витіснити класичний наземний транспорт з двигунами внутрішнього згорання. У майбутньому повітряний електротранспорт замінить нинішній повітряний транспорт, але зараз це неможливе, через низьку питому енергоємність акумуляторів.

Так як більшість приватних електромобілів в нашій країні, колишні у використання, то залишкова ємність батареї менша ніж початкова. З часом ємність батареї падає дуже низько, та не дозволяє використовувати електромобіль для повсякденної їзди, тому такі батареї потребують заміни на нову. Є фірми, що надають такі послуги клієнтам, та можуть зробити батарею більшої ємності. Але для коректної роботи такої батареї в електромобілі, повинна бути система контролю параметрів акумуляторної батареї. BMS, робить обмін даними з іншими блоками електромобіля, тим самим задає максимальний струм заряду та розряду, а також, не дозволяє розряджати та заряджати акумуляторну батарею за межі допустимого рівня.

Отже, пристрій має широку сферу застосування, та має гарний потенціал для комерційного використання.

2 РІЗНОВИДИ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ

2.1 Вступ

Акумулятор електричного транспортного засобу (EVБ) або тягова акумуляторна батарея, використовується для живлення електродвигуна електричних транспортних засобів (EV). Тягові акумуляторні батареї використовуються у складській техніці, електричних гольф-карах, електромобілях, електромотоциклах, вантажних електромобілях, фургонах та інших електричних транспортних засобах.

Батареї для електротранспорту відрізняються від стартерних акумуляторів, так як, вони призначені для забезпечення потужності, протягом довгого періоду часу. Для таких застосувань використовуються акумулятори довгого циклу. Тягові батареї спроектовані з високим рейтингом струм віддачі та кількістю ампер-годин. Батареї електричних транспортних засобів характеризуються високим співвідношенням ваги до потужності, питомої енергії до щільності енергії; більш легкі акумуляторні батареї зменшують вагу електромобіля та покращують його запас ходу. У порівнянні з класичним паливом, майже всі сучасні батареї мають меншу питому енергію, що впливає на максимальний загальний електричний діапазон транспортних засобів. Акумуляторні батареї, що використовуються в електричних транспортних засобах, бувають свинцево-кислотні (Lead Acid), нікель-кадмієві (NiCd), літій-іонні полімери (LiPo), літій-іонні (Li-ion), нікель-метал-гідридні (NiMH). Самим поширеним типом акумуляторів в сучасних електричних транспортних засобах є літій-полімерні батареї та літій-іонні, оскільки вони мають високе відношення енергетичної щільності до їх ваги. Кількість електроенергії (тобто електричний заряд), що зберігається в акумуляторах, вимірюється ампер-годинами або в кулонах, а також в Ватт-годинах.

Акумуляторна батарея складає велику частину вартості електромобіля. Станом на 2019 рік, ряд електричних автомобілів з більш ніж 500 км запасом ходу, таких як Tesla Model S/X твердо знаходяться в розкішному сегменті автомобілей. З кінця 1990-х років, винаходи в області технології виробництва акумуляторів, були

спричинені розвитком портативної електроніки, таких як, мобільні телефони та портативні комп'ютери. Ринок електромобілів отримав переваги цих досягнень, як в щільності енергії, а також в продуктивності. Батареї можна заряджати та розряджати щодня. Згідно з докладом президента Mitsubishi, вартість батареї для електромобілей Mitsubishi лінійки i-MiEV була скорочена у половину між 2009 та 2011. Загалом, вартість акумуляторів для електромобілей скоротилася більше ніж на 35% з 2009 по 2015 роки .

Передбачено, що ринок автомобільних акумуляторів становить понад 40 мільярдів доларів у 2021 році.

2.2 Свинцево-кислотні акумулятори

Свинцево-кислотні акумулятори є дешевшими і найбільш поширеними акумуляторами. Є два типи свинцево-кислотних акумуляторів, це батареї стартера для запуску автомобільних двигунів внутрішнього згорання і батареї довгого циклу. Автомобільні генератори призначені для заряджання стартерного акумулятора великим струмом для забезпечення швидкого заряду, тоді як батареї довгого циклу, що використовуються електричними транспортними засобами, такими як складська техніка або гольфкари, а також допоміжні акумуляторні батареї в будинку на колесах, вимагають різної багатоступінчастої зарядки. Жодна свинцево-кислотна акумуляторна батарея не повинна розряджатися нижче 40% від своєї ємності, оскільки вона скорочує термін використання акумулятора. Свинцево-кислотні вимагають перевірки рівня електроліту та періодичної заміни води, що випаровується під час роботи акумулятора.

Традиційно, більшість старих електричних транспортних засобів використовували свинцево-кислотні акумулятори завдяки найбільш розвинутій технології виробництва, високій доступності та мали низьку вартість. Свинцево-кислотні акумулятори мають не високий вплив на навколишнє середовище через їх виробництво, використання, та утилізацію або переробку. Ці автомобільні батареї мають високий відсоток переробки, а саме 95% у США. Свинцево-кислотні батареї

глибокого циклу є дорогими і мають більш короткий термін служби, чим сам автомобіль, зазвичай, потребують заміни кожні 3 роки.

Свинцево-кислотні батареї важкі тому, в транспортних засобах з електроприводом, займають значну частину кінцевої маси транспортного засобу. Як і всі акумуляторні батареї, Свинцево-кислотні батареї мають меншу питому енергію, ніж нафтові види палива – а саме, 30–40 Вт / кг. В електричних транспортних засобах, навіть батареї з високою питомою енергією мають тенденцію до великих мас, особливо при застосовуються до суден з високим діапазоном запасу ходу. ККД (70–75%) поточного покоління звичайних свинцево-кислотних акумуляторів довгого циклу знижується при більш низьких температурах, а потужність для роботи знижується та ефективність падає до 40%. Покращення ефективності батареї, безпеки, потужності, матеріалів, токсичності та довговічності, безпеки, швидше за все, дозволили цим акумуляторним батареям знайти застосовуватися у транспортних засобах малих розмірів, та малим запасом ходу. Приклад такого електромобіля EV-1.

Зарядка та експлуатація свинцево-кислотних акумуляторів завжди призводить до викиду водню, кисню та сірки, які є природним і зазвичай нешкідливими, при правильному вентиляванні. Раніше власники електротранспорту виявили, що якщо приміщення для зарядки не провітрюється належним чином, присутні неприємні запахи сірки, що просочуються в кабінку відразу після зарядки.

2.3 Нікель-метал-гідридні батареї

Нікель-метал-гідридні батареї зараз вважаються досить розвиненою технологією. Але вони, менш ефективні (ККД 60-70%) при розряді та заряді, ніж свинцево-кислотні, але вони мають більшу питому енергію 30–80 Вт / кг, що набагато вище, ніж в свинцево-кислотних акумуляторних батареях. При правильному використанні, нікель-метал-гідридні батареї можуть мати довгий час життя, як це було продемонстровано при використанні в гібридних автомобілях таких як NiMH Rav 4 EV, які мають гарну залишкову ємність після пробігу в 100

000 миль (160 000 км) та більше десяти років служби. Недоліком можна вважати погану ефективність, а також високий рівень саморозряду при довготривалому зберіганні акумулятора.

Автовиробник GM робив NiMH батареї, та використовував у другому поколінні електромобілей EV-1. Параметри батареї десять комірок 1,2 V 85 Ah NiMH. Це дуже добре працювало в EV-1. Патентні обмеження, обмежили використання цих батарей в останні роки, тому дуже широкого застосування вони не отримали.

2.4 Акумулятор натрію

Zebra або Акумулятор натрію використовує розплавлений хлор алюмінат натрію (NaAlCl_4) в якості електроліту. Хімія також називають "гарячою сіллю". Досить розвинена технологія, батареї Zebra мають високу питому енергію 120Wh / kg та низький внутрішній опір. Оскільки акумулятор повинен бути гарячим для використання, низька навколишня температура не впливає сильно на роботу акумуляторної батареї, за винятком збільшення витрат на опалення батареї. Знайшли своє застосування у декількох електромобілях. Батарея Zebra може тримати кілька тисяч циклів заряду, при цьому вона є нетоксичною. Декілька недоліків батареї Zebra включають, погану потужність (<300 Вт / кг) і необхідність постійного підтримувати температуру електроліту близько 280 ° C (530 ° F), що витрачає постійно деяку енергію і створює труднощі у довготривалому зберіганні заряду. Батареї Zebra, мають невелику кількість циклів охолодження та нагрівання (близько двадцяти циклів) після чого, батарея втрачає ємність остаточно, тому потребує постійного контролю.

Батареї Zebra використовувались в декількох комерційних транспортних засобах Modex, та почали вироблятися у 2006 році. Широкого застосування вони не набули, через складну хімію, та важкого використання, не в електротранспорті, не в стаціонарних системах накопичення енергії.

2.5 Літій-іонні батареї

Літій-іонні батареї, широко відомі через використання в портативних комп'ютерах та побутовій електроніці, переважають у найсучаснішому процесі розробки. Традиційно, літій-іонна хімія включає в себе катод оксиду, літію кобальту та графітовий анод. Це дає комірці вражаючу питому енергією 230 Wh / kg і високу питому потужністю з високою ефективністю заряду та розряду від 85 до 95%. Недоліком, літій-іонних акумуляторів є короткий термін життя (500-2000 циклів) і значна втрата ємності з віком. Матеріал з якого роблять катода токсичний. Більшість, літій-іонних батареї створюють ризик пожежі при проколі або при перезаряді. Ці акумулятори не можна використовувати при надзвичайно холодному середовищі, і тому для правильної роботи необхідно мати нагрівачі, для обігріву батареї. Технологія досить розвинена. Виробник електромобілей Tesla власник якої Ілон Маск, використовує літій-іонні акумулятори в корпусі 18650 фірми Panasonic, що широко використовуються в ноутбуках.



Рисунок 2.5.1 - Panasonic NCR18650B, літій-іонний акумулятор ємністю 3,4

А*год

Останні електромобілі використовують різні варіанти літій-іонної хімії, що жертвують питомою енергією та питомою потужністю для забезпечення, екологічності, вогнестійкості при швидкій зарядці та довших термінів роботи. Доведено, що варіанти літій-фосфатних та літій-титанатних акумуляторів мають

набагато більший термін служби, причому виробник акумуляторів A123 виробляють літій залізо фосфатні акумулятори, що мають придатність не менше 8 років і 6000 циклів заряду та розряду, також LG Chem заявляють, що їхні літій-марганцеві призматичні батареї матимуть термін використання до 30 років.

Велика робота проводиться над літій-іонними батареями в лабораторіях. Акумулятори на основі літію та оксиду ванадію вже активно тестується, це дозволяє збільшити щільність енергії.

Кремнієві нанопровідники та наночастинки олова в аноді обіцяють в кілька разів збільшити щільність енергії, тоді як композити та надгратки катоду також прогнозують значне збільшення щільності. Нові літій-іонні елементи можуть забезпечувати до 265 Вт / кг і триватимуть через тисячі циклів зарядки.

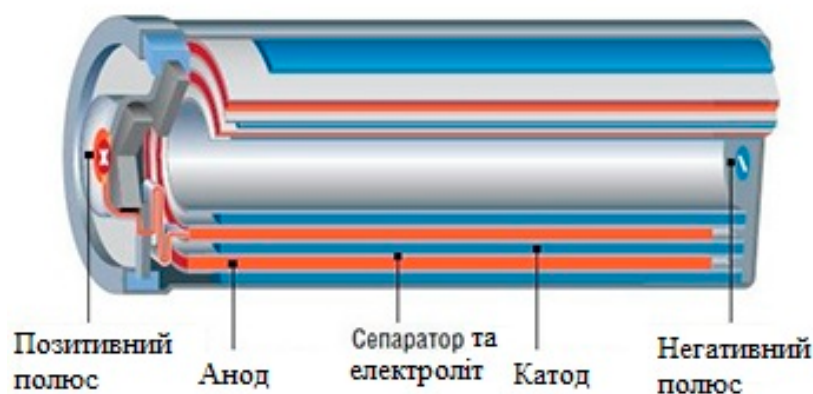


Рисунок 2.5.2 - Будова циліндричного літій - іонного акумулятора.

3. ПРИНЦИП РОБОТИ ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ АКУМУТОРНИХ БАТАРЕЙ

3.1 Вступ

Для того щоб акумуляторна батарея мала довгий термін роботи та не вийшла з ладу раніше терміну, що дає виробник акумуляторної батареї важливо дотримуватись правильних режимів роботи. А сам:

- контроль сили струму заряду та розрядку батареї;
- контроль напруги заряду;
- контроль мінімальної напруги;
- контроль температурних режимів;
- контроль різниці напруги на елементах батареї;
- контроль опору ізоляції між високовольтною системою та низьковольтною (особливо необхідно для електротранспорту).

Це основні задачі, що покладені на систему контролю параметрів акумуляторної батареї (BMS), але крім контролю параметрів, дана система може мати додаткові функції, що відбуваються на програмному рівні, а саме:

- підрахунок ємності в даний момент;
- підрахунок повної ємності акумулятора;
- підрахунок відсотку зарядку в даний момент (SOC);
- підрахунок стану здоров'я акумуляторної батареї;
- підрахунок різниці між мінімальною та максимальною напругою комірок;
- підрахунок внутрішнього опору комірок;

Отже, можна зробити висновок, що окрім параметрів, що вимірю пристрій напряму, багато параметрів пристрій підраховує на програмному рівню, на основі отриманих даних.

3.2 Контроль сили струму заряду та розряду батареї

Акумуляторні батареї можуть отримувати та видавати струм силою, що більше в декілька разів за саму ємність батареї, але великий струм погано впливає на ресурс батареї. Тому, важливо обмежити максимальний струм заряду та розряду батареї. Для цього система повинна постійно вимірювати струм, що протікає через батарею.

Вимірювання сили струму можливо декількома способами:

- вимірювання напруги на шунті;
- вимірювання за допомогою спеціалізованої мікросхеми;
- вимірювання за допомогою датчиків на основі ефекту Холла.

Перший спосіб досить застарілий та має ряд недоліків, таких як, відсутність гальванічної розв'язки, низьку точність в порівнянні з більш сучасними методами. Наразі існує багато готових рішень, спеціалізованих датчиків струму, на різні діапазони струму, більшість з них побудовані на основі датчику Холла. Переваги таких датчиків, в тому, що вони безконтактні, і не потребують підключення до високовольтного ланцюга. Достатньо пропустити високовольтний дріт або шину через цей датчик та підключити датчик до пристрою. Саме тому, безконтактні датчики найкращий варіант для вимірювання струму у високовольтних системах. Датчики струму мають різні способи виводу інформації що, до сили струму на мікроконтролер.

Аналогові датчики, мають певну напругу на сигнальному виході, що відповідає певній силі струму. Графіки залежності струму від напруги, можна знайти в документації на кожну модель датчика струму.

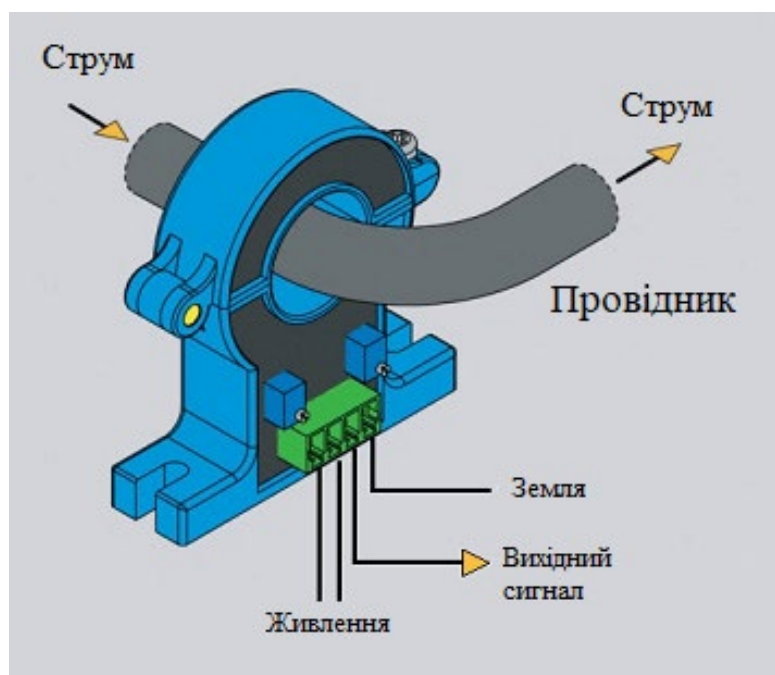


Рисунок 3.2.1 - Принцип підключення безконтактного аналогового датчика струму.

Цифрові датчики струму, підключаються до БМС за допомогою цифрового інтерфейсу обміну даними. В промисловості використовують декілька основних інтерфейсів:

- CAN – Bus;
- LIN – Bus;
- RS-485.

У автомобільній промисловості популярні перші два варіанти, так як мають гарний захист від шумів та наведень. LIN – Bus використовують частіше, так як датчик струму не повинен мати велику швидкість передачі даних, та собівартість використання цього інтерфейсу у пристроях нижча ніж у CAN – Bus.

Багато моделей датчика струму мають вбудований термодатчик. За допомогою нього, можна робити калібрування датчика струму в залежності від зовнішньої температури, що покращує точність вимірювання датчика.

На основі показань датчика струму БМС підраховує скільки $A \cdot \text{год}$ було, спожито батареєю та віддано навантаженню. Також, після повного циклу заряд-розряд, БМС порівнює яку ємність акумулятор віддав, та ємність номінальну, що була в акумуляторі з самого початку експлуатації. Це відношення і є показником здоров'я батареї (SOH). Цей параметр важливий, так як він приймає участь розрахунку стану заряду акумулятора (SOC)

3.3 Контроль напруги заряду

Дуже важливо правильно заряджати акумуляторні батареї, особливо ті, що базуються на основі літію. Перезаряд батареї може призвести до виходу із ладу батареї, також це дуже не безпечно, так як є великий ризик загоряння. А з урахуванням, того що батареї стоять в автомобілі, або будівлі, це може привести до людських жертв.

БМС повинна вимикати зарядку батареї, при досягненні максимальної напруги на будь якому з елементів батареї, подачею відповідного сигналу на сигнальний роз'єм пристрою, або зміною статусу в CAN мережі, в залежності від того, який зарядний пристрій використовується в системі.

Також важливо, особливо для літієвих акумуляторів, дотримуватись режиму зарядки CC/CV. Цей режим передбачає що, на початку зарядки, для акумулятора важливо обмежити струм, та заряджати стабільним струмом, при цьому напруга зростає по мірі зарядки. В кінці заряду необхідно навпаки, тримати стабільним напругу, та знижувати струм до поки він не знизиться до нуля.

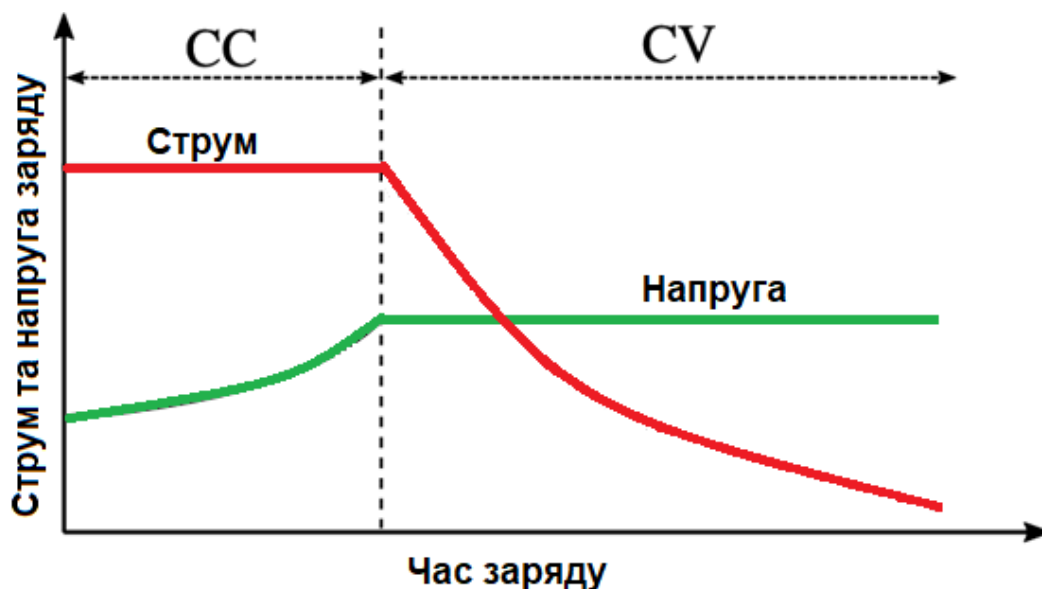


Рисунок 3.3.1 - Графік зарядки режимом CC/CV.

3.4 Контроль мінімальної напруги

Пристрій повинен вимикати навантаження при досяганні мінімально допустимої напруги на будь якому з елементі. Літієві батареї дуже чутливі до глибокого розряду, за один глибокий розряд батарея може втратити від 10% своєї ємності до повного виходу з ладу батареї.

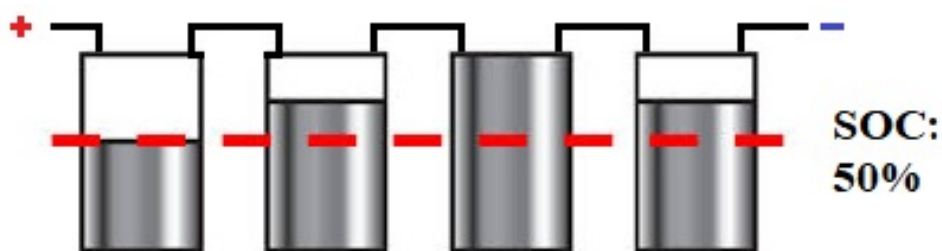


Рисунок 3.4.1 - Рівень заряду (SOC) при дисбалансі акумуляторної батареї.

При розряді акумуляторної батареї, струм, що протікає через комірки однаковий, так як вони послідовно підключені в ланцюгу. Отже, рівень заряду акумулятора (SOC) при розряді визначається рівнем заряду комірки з самою низькою ємністю.

При досягненні мінімальної напруги, БМС подає сигнал на відключення навантаження на сигнальний роз'єм пристрою, або зміною статусу в CAN мережі. В системах, де БМС може керувати струмом розряду батареї, максимальний струм розряду знижується поступово по мірі розряду батареї, для того, щоб з акумулятора можна було взяти більше потужності.

Такий принцип широко використовуються в електромобілях, при рівні заряду менше 10%, потужність двигуна обмежується. При рівні заряду 5%, потужність двигуна ще стає нижчою, а кліматична установка взагалі вимикається. Коли рівень заряду близький до 0%, БМС обмежує струм розряду до нуля, та електромобіль припиняє рух.

3.5 Контроль температурних режимів

Майже всі БМС мають термодатчики, що закріплені на самих елементах акумуляторної батареї. Важливо контролювати температуру батареї, так як при роботі акумулятор нагрівається, це обумовлене внутрішнім опором батареї. Під час роботи батареї, на ній завжди виділяється тепло, саме тому літєві батареї мають ККД 96%.

Вихід температури за межі допустимого, погано впливає на ресурс акумулятора. При високій температурі акумулятор може загорітися, а при низькій має великий внутрішній опір, що накладає обмеження на струми заряду та розряду.

3.6 Балансування напругу на елементах батареї

З часом акумуляторна батарея має зниження ємності елементів, проте не всі елементи однаково втрачають ємність. Багато факторів впливає на це, наприклад розташування елемента в батареї, ефективність охолодження або підігріву. Це спричиняє створення різниці напруги на елементах, що погано відображається на загальній ємності акумуляторної батареї. Навіть якщо, всі елементи батареї матимуть однакову ємність, але буде різниця напруги навіть на одному елементі в порівнянні з іншими, то загальна ємність батареї знизиться.

БМС повинна постійно вимірювати напругу на всіх елементах батареї, та вмикати балансування, коли з'являться різниця напруги між елементами. Є декілька типів балансування, активне балансування, та пасивне балансування.

БМС з активною системою балансування, може при розбалансі батареї, з елемента з найбільшою ємністю, передати енергію в елемент з найменшою ємністю, тим самим з акумуляторної батареї можна більше взяти сумарної енергії. Активне балансування, більш ефективне в порівнянні з пасивним, але технологія важче в реалізація, та має більшу собівартість.

Пасивне балансування, полягає в тому, що елемент з найбільшою напругою, шунтується резистором, цей елемент розряджається окремі від інших. Енергія з елемента переходить в тепло, що виділяється на резисторі. Пасивне балансування простіше ніж активне, але менш ефективне.

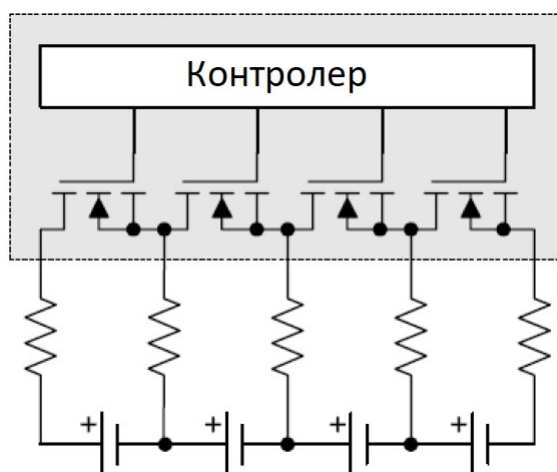


Рисунок 3.6.1 - Схема пасивного балансування акумуляторної батареї.

Режим балансування слід вмикати, коли струм що протікає через акумуляторну батарею дорівнює нулю. Під час балансування, БМС повинна досить точно виміряти напругу на елементах, бо необхідно зашунтувати елемент з напругою, що вища за інші, а при протіканні струму, напруга на елементах акумуляторної батареї може відрізнитися, від напруги в стані спокою.

3.6 Висновки

Проаналізувавши принцип роботи пристрою контролю параметрів акумуляторної батареї, можна підвести підсумки, які задачі покладаються на пристрій, необхідно вміти вимірювати поточні параметри:

- струм в діапазоні від -250А до +250А;
- напругу кожної комірки в діапазоні від 0В до 4.5В;
- температуру в діапазоні -40°C до 100°C;

Це базові параметри, що пристрій повинен вимірювати. На основі цих даних, можна почати розробляти блок схему та схемотехніку пристрою.

4. РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ

4.1 CAN інтерфейс

Controller Area Network, (CAN) (локальна мережа, він же CAN-Bus і Інтерфейс CAN) — це стандарт, що застосовується для організації каналів зв'язку у розподілених системах керування. CAN має високонадійний та недорогих канал зв'язку .

Robert Bosch GmbH – це компанія, що винайшла CAN стандарт в середині 1980-х, що знайшов своє застосування у автомобільній промисловості, технологіях розумного будинку та інших галузях. CAN-інтерфейс використовується, як ланка між головною магістраллю та багатьма допоміжними пристроями, датчиками, та іншими пристроями, підключення до центральної магістралі яких, не завжди доцільне.

CAN є послідовною шиною даних, що підтримує одночасну роботу багатьох пристроїв, тому всі вузли мережі мають можливість передавати дані, а також, декілька вузлів можуть, давати запити на шину одночасно.

Зараз присутній CAN у двох версіях: 2.0 А версія задає 11-бітову ідентифікацію повідомлень (в системі може бути 2048 ідентифікаторів), 2.0 В версія — 29-бітову (536 млн ідентифікаторів). Слід відзначити, що 2.0 В версія, яку часто називають Extended CAN витісняє Basic CAN, яку називають, також, CAN 2.0 А.

CAN шина даних використовує пару витих провідників і працює на максимальні швидкості в 1 Мбіт/с при довжині шини 40 м. При збільшенні швидкості зменшується максимальна відстань шини даних, наприклад при швидкості 250 кбіт/с відстань між пристроями може досягати до 250 м.

Роз'єми CAN мережі CAN не мають стандартів, і зазвичай визначаються від типу CAN-мережі.

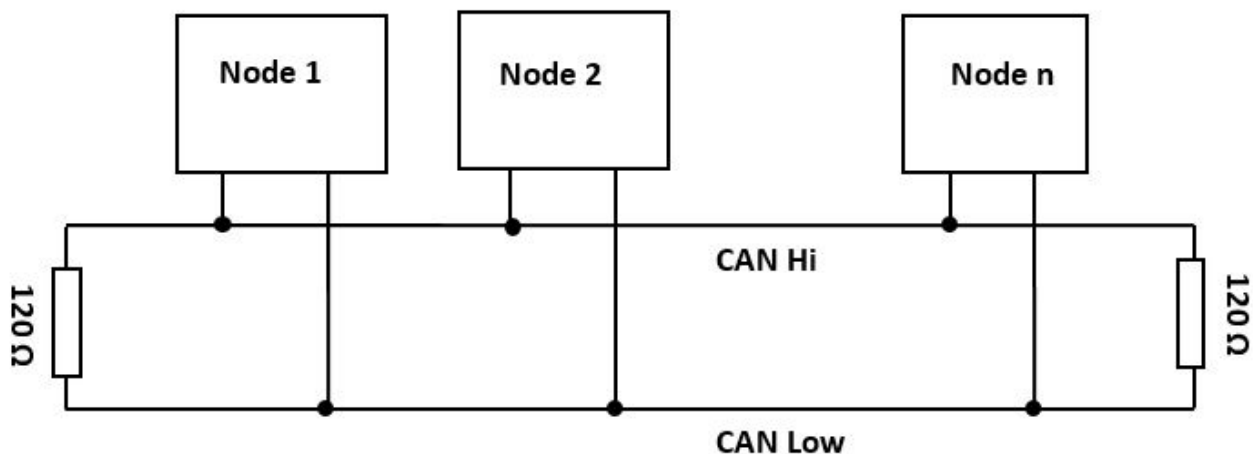


Рисунок 4.1.1 - Схема підключення пристроїв до мережі CAN.

У будь-якій реалізації CAN мережа — це фізичне середовище передачі даних, що інтерпретується як ефір, в якому пристрої, працюють як приймачі та передавачі. Розпочавши передачу, контролер не перериває прослуховування ефіру, він відстежує і контролює процес поточної передачі даних. У мережі всі вузли можуть одночасно приймати сигнал, що передається по шині даних. Послати повідомлення конкретному вузлу, неможливо. Проте, в самих CAN-контролерах є можливість апаратної фільтрації CAN-повідомлень.

CAN мережа призначена для комунікації пристроїв між собою. Кожен пристрій складається з двох складових. Це сам CAN-контролер, який підключено до мережі і реалізує протокол, і мікропроцесор (CPU), що обробляє данні з мережі.

Контролери CAN мережі з'єднуються між собою за допомогою шини, яка має два провідника CAN_H і CAN_L, якими передається сигнал. Спеціалізовані CAN трансмітери, котрі допомагають реалізувати додаткові сервісні функції:

- зміна струму на вході, для регулювання швидкості наростання сигналу;

Продовження таблиці 4.1.1

Резервний біт (r0)	1	Резерв
Довжина даних кадру (DLC)	4	Визначає кількість байт даних (0-8)
Поле даних	0-8	Передані дані (довжина в поле DLC)
Контрольна сума (CRC)	15	Сума байтів кадру
Розмежувач контрольної суми	1	Рецесивний
Проміжок підтвердження отримання кадру (ACK)	1	Передатчик відправляє рецесивний байт, приймач вставляє домінант байт.
Розмежувач підтвердження	1	Рецесивний
Кінець кадру (EOF)	7	Рецесивний

Типи кадрів:

- Кадр даних - передає дані (data frame);
- Кадр віддаленого запиту - запит на передачу кадру даних з таким самим ідентифікатором (remote frame);
- Кадр перевантаження - забезпечує проміжок між кадрами даних або запиту (overload frame);
- Кадр помилки - передається пристроєм, при виявленні в мережі помилки (error frame).

Кадр даних і запиту відокремлюються від інших кадрів спеціальним інтервалом .

Щоб мікроконтролер Atmega328P-AU працював в мережі CAN, необхідна спеціальна мікросхема MCP2515, або її аналог. Ця мікросхема - це контролер CAN мережі з SPI інтерфейсом, що підключається до мікроконтролера. Мікросхема трансмітер TJA1040T необхідна, для роботи пристрою в мережі. Це CAN -Bus

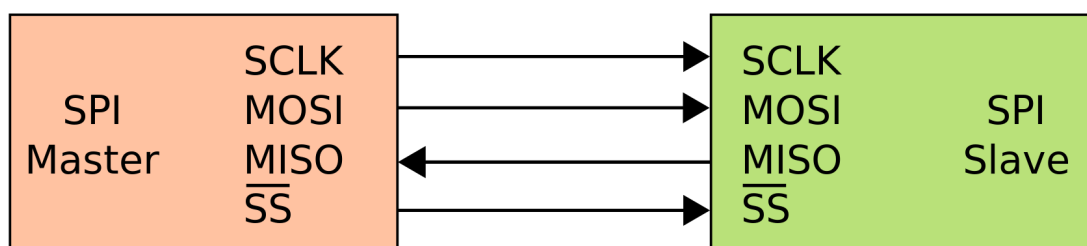


Рисунок 4.2.1 - Схема підключення пристроїв через SPI інтерфейс.

SPI є синхронним інтерфейсом, на відміну від стандартного послідовного порту у якому передача синхронізована з загальним тактовим сигналом, що генерується процесором. Периферія синхронізується отриманням певної бітової послідовності разом з тактовим сигналом. До одного Master пристрою може підключатися декілька пристроїв периферії. Master пристрій обирає периферійний пристрій для передачі даних, шляхом активації сигналу «вибір кристалу» (CS) на мікросхемі периферії. Якщо, процесор не обрав периферію, то в передачі даних вона не приймає участі.

Передача даних відбувається пакетами. Довжина пакета даних, становить 1 байт або 8 біт. Також, відомі реалізації інтерфейсу SPI з іншою довжиною пакета даних, наприклад 4 біта. Master пристрій розпочинає цикл зв'язку через встановлення низького рівня, на виводі підлеглого пристрою (SS), з яким буде встановлено зв'язок. Коли низький рівень сигналу на виводі вибору пристрою SS:

- схемотехніка slave пристрою в активному стані;
- вивід MISO встановлюється в режим «вихід»;
- тактовий сигнал SCLK від master пристрою сприймається slave пристроєм та викликає читання на вході MOSI значень, що передані від master і викликає зрушення регістрів slave пристрою.

Дані для передачі в зсувні регістри головного пристрою та пристрою периферії. Після цього master пристрій генерує імпульси синхронізації на лінії

SCLK, що призводить до обміну даними між пристроями. Передача даних відбувається біт за бітом від master пристрою по лінії MOSI, а по лінії MISO від slave. Передача відбувається, зазвичай, спочатку з старших бітів, проте деякі виробники можуть змінювати порядок передачі бітів програмним способом. Після передачі пакета даних, master пристрій, може переводити лінію SS у високий стан, для синхронізації slave пристрою,

Якщо, до master пристрою приєднано лише один slave пристрій та потрібен двосторонній обмін даними, тоді використовується три дротова схема підключення пристроїв. SPI має змогу підключення до одного master пристрою декілька slave пристроїв. Схема підключення може бути реалізована двома способами.

Перший спосіб, топологія виду «зірка», вона дозволяє створити радіальну структуру, що можна вважати основним способом з'єднання декількох slave пристроїв. У цьому випадку, при обміні більше ніж з одним slave пристроєм, master пристрій повинен формувати певну кількість сигналів вибору slave пристрою (SS). Під час обміні даними з slave пристроєм, певний для нього сигнал SS переходить в активний стан шляхом встановлення низького логічного рівня, а сигнали SS на всіх інших slave пристроях знаходяться в неактивному стані, шляхом встановлення високого логічного рівня. Лінії даних MISO slave пристроїв підключені паралельно, при цьому лінії знаходяться в пасивному стані, а перед початком обміну даними один з виходів slave пристрою, що було обрано шляхом вибору сигналу SS переходить в активний режим.

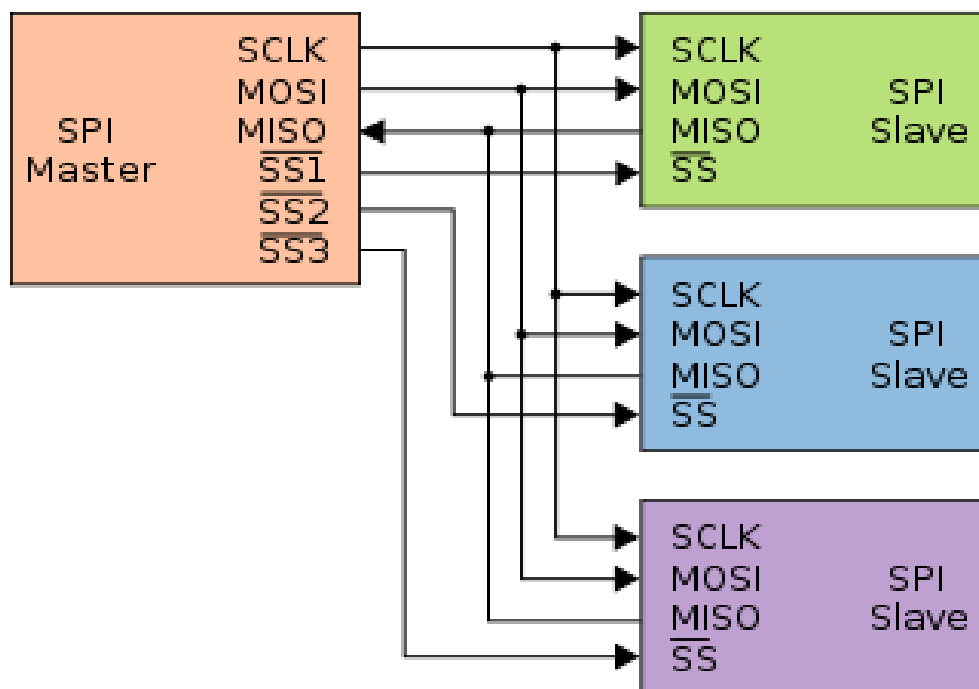


Рисунок 4.2.2 - Радіальна схема підключення декількох Slave пристроїв.

Другий спосіб, реалізує структуру зв'язку виду «кільце». В такому випадку, щоб активувати одночасно декілька slave пристроїв використовують один сигнал вибору пристрою SS, а лінії даних всіх пристроїв з'єднані послідовно та утворюють замкнений ланцюг. Під час передачі пакета даних від master пристрою, пакет отримує перший slave пристрій, який в свою чергу, передає цей пакет наступного slave пристрою, що підключено до нього. Для передачі пакета даних від master пристрою, щоб він досяг певного slave пристрою, master пристрій має відправити декілька пакетів.

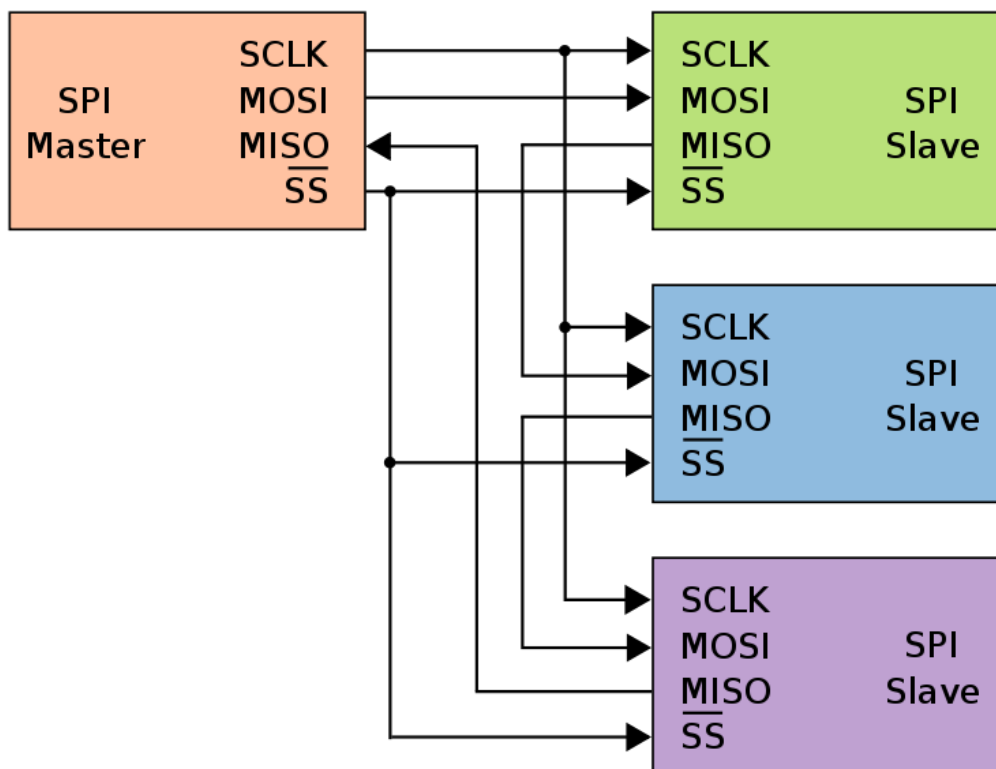


Рисунок 4.3.3 - Кільцева схема підключення декількох Slave пристроїв.

Переваги SPI інтерфейсу:

- Передача даних повнодуплексна.
- Висока пропускна здатність, якщо порівнювати з I²C.
- Можливість вільно обирати довжини пакета даних, довжина не обмежена одним байтом.
- Простота реалізації на апаратному рівні, в порівнянні з I²C, через невисокі вимоги до енергоспоживання;
- Можна використовувати, в системах, що мають не стабільну тактову частоту;
- Slave пристроям не потрібен унікальний ідентифікаційний адрес, на відміну від I²C, GPIB та SCSI.

- Має тільки чотири провідне підключення, що менше, ніж в класичних паралельних інтерфейсах.
- Є змога легкої організації гальванічної розв'язку між master та slave пристроями.
- Тактова частота обмежується тільки швидкістю пристроїв, що підключені до мережі.

Недоліки інтерфейсу SPI:

- Потрібно більше виводів, чим для інтерфейсу I²C або CAN.
- Slave пристрій не приймає участі у керуванні потоком даних.
- Відсутнє підтвердження прийому даних з сторони slave пристрою (master пристрій може передавати дані, коли slave пристрої їх не приймають).
- Відсутній в стандарті протоколу виявлення помилок.
- Не має офіційного стандарту, через що, сертифікація пристроїв стає не можливою.
- Відстань передачі даних інтерфейсу SPI нижча ніж у UART чи CAN.
- Багато способів реалізації інтерфейсу.
- Немає можливості гарячого включення пристроїв.

4.3 I2C інтерфейс

I2C - послідовна асиметрична шина, використовується для з'єднання інтегральних схем всередині електронних приладів. Використовується дві лінії зв'язку SDA і SCL, вони застосовується для підключення периферійних компонентів з процесорами і мікроконтролерами, що мають низьку швидкість.

I2C шина синхронна, та складається з лінії даних SDA і лінія тактів SCL. В мережі присутній головний пристрій – master, та ведений пристрій – slave. Розпочинає обмін даними завжди головний пристрій, тому обмін даними між двома головними пристроями неможливий. Всього на одній двох дротові шині може бути до 127 пристроїв.

Такти на лінії SCL генерує master. Лінією SDA можуть управляти як master так і slave пристрій, це залежності від напрямку передачі сигналу. Обміну інформацією відбувається пакетами. master спочатку кожного пакета даних передає один байт, що вказує на адресу slave і напрям передачі даних, що будуть далі. Дані по шині, передаються 8-бітними пакетами. Після кожного відправленого пакета даних, передається один біт, для підтвердження прийому даних іншою стороною.

I²C використовує двох напрямлені лінії даних, що підтягнуті до напруги живлення, та керуються через відкритий стік або колектор. Послідовна лінія даних SDA та послідовна лінія тактування SCL, мають стандартну напругу 5 В або 3,3 В, однак можливі також інші.

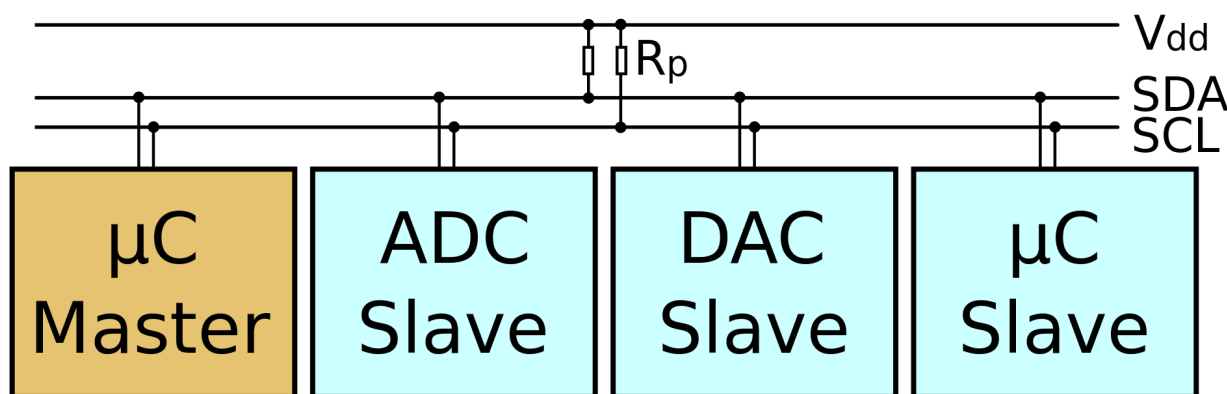


Рисунок 4.3.1 - Схема підключення пристроїв в I²C мережі.

Адресація включає 7 біт для адресного простору, що мають 16 зарезервованих адресів. Тим самим, для розробників є 112 вільних адреси, щоб підключити периферію до шини.

Основна швидкість роботи шини 100 кбіт / с або 10 кбіт / с у режимі роботи на зниженій швидкості. Важливо, те що стандарт дозволяє зупинку тактування при роботі з повільними пристроями.

Обмін даними починається з того, що master формує стан startу: при високому рівні на лінії SCL він генерує перехід сигналу лінії SDA з високого стану в низький. Такий перехід сприймають усіма пристрої, що підключені до шини, як початок процедури обміну даними. Синхросигнал завжди генерує master, а кожен slave генерує свій власний синхросигнал під час відправки даних по шині.

Під час передачі даних по шині I²C кожен master генерує свій синхросигнал по лінії SCL. Одразу після формування стану start slave пристрій опускає стан лінії SCL у низький та відправляє на лінію SDA старший біт першого байту пакета. Кількість байтів, що передаються в повідомленні, не обмежена. Специфікація I²C інтерфейсу дозволяє робити зміни на лінії SDA тільки при сигналі низького рівня на лінії SCL. Для підтвердження прийому байтів від master, що передав данні до slave приймача, у специфікації протоколу у шині I²C є спеціальний біт підтвердження прийому даних, який з'являється на шині SDA після отримання 8 біт даних.

Обміну завершується коли master пристрій формує стан stop, шляхом переходу стану лінії SDA у високий стан з низького, коли низький стан лінії SCL. Start і stop завжди задає master пристрій. Якщо на шині зафіксовано стан start, то шина зайнята для інших master пристроїв. Шину, можна вважати вільною через деякий час після отримання стану stop.

Передача 8 біт даних від master пристрою до slave пристрою завершується додатковим циклом, шляхом формування 9-го тактового імпульсу на лінії SCL, при якому slave пристрій встановлює низький рівень сигналу на лінії SDA, що означає успішний прийом байту.

Підтвердження передачі даних обов'язкове, о крім випадків, коли передачу закінчує slave пристрій. Імпульс синхронізації, генерує master пристрій. Передавач переводить у високий стан лінію SDA, на час поки очікує синхроімпульс підтвердження. Приймач має утримувати лінію SDA протягом високого стану, для синхроімпульсу підтвердження у стабільному низькому стані.

У такому випадку, коли slave пристрій, що має роль приймача, не може підтвердити свій адрес, лінія повинна бути залишена у високому стані. Після цього slave пристрій може підняти стан стоп для зупинки пересилання даних. Коли в обміні беруть участь master -приймач, то він повинен повідомити про закінчення передачі slave передавача шляхом, не підтвердження останнього байту. Slave передавач повинен звільнити лінію SDA для того, щоб дозволити master підняти стан стоп або повторити старт.

Синхронізація виконується шляхом підключення до лінії SCL за правилом протоколу, що означає, що master не має монопольного права на перехід лінії SCL з низького стану у високий. Крім випадку, коли master необхідний додатковий час на обробку прийнятого біта, він має можливість утримувати лінію SCL у низькому стані аж, до моменту коли буде можливо прийняти наступний біт. Тим самим, лінія SCL буде знаходитися в низькому стані протягом низького періоду синхросигналу.

Адресація на шині I²C полягає у тому, що перший байт після сигналу старт визначає, який slave пристрій адресується головним пристроєм для проведення обміну даними. Винятки становлять адреси спільного виклику, що адресовано всім пристроям на шині. Коли використовують ця адресу, усі пристрої повинні надіслати сигнал підтвердження.

4.4 LIN інтерфейс

LIN-протокол використовується для створення недорогих локальних мереж обміну пакетами на коротких відстанях. Даний протокол призначений для передачі вихідних впливів станів перемикачів на панелях управління і ін., а також відповідних дій різних пристроїв, які об'єднані в одну систему через LIN, що відбуваються в так званому «людському» діапазоні часу (послідовність сотень мілісекунд).

Головними завданнями, що покладені на LIN, який виконаний Європейським Консорціумом виробників автомобілів, є - об'єднання автомобільних вузлів і підсистем (дверні замки, очисники скла, підйомники скла, мультимедійне

управління, та управління клімат-контролем, електролюк та ін.) у одну електронну систему. LIN-протокол утверджений Європейським Автомобільним Консорціумом як недорогий додаток до наднадійного протоколу CAN.

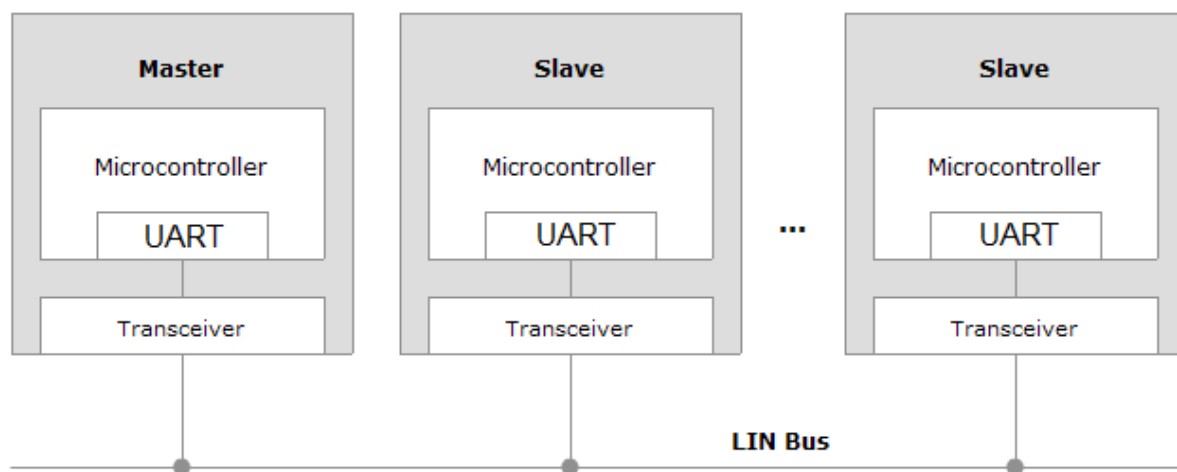


Рисунок 4.4.1 - Схема організації мережі LIN.

LIN-інтерфейс і CAN-інтерфейс взаємодоповнюють один одного та дають можливість поєднати усі електронні автомобільні прилади у одну багатофункціональну бортову мережу. Область використання ділянки CAN, там де необхідна швидкість та надійність; область використання LIN – поєднання недорогих вузлів, котрі працюють малою швидкістю інформаційної передачі на невеликих дистанціях при цьому зберігають простоту розробки і налагодження, багатофункціональність та універсальність. Стандарт LIN включає в себе технічні вимоги для протоколу і для середовища передачі даних. LIN, будучи послідовним протоколом зв'язку, ефективно підтримує керування та управління електронними вузлами у системах автомобілів з шиною «А» (двонаправлений напівдуплекс), у якому мається на увазі присутність в системі декількох підлеглих (Slave) та одного головного (Master) вузлів.

Сигналізація заснована на асинхронному інтерфейсі (UART). Допустимі швидкості від 1 до 20 кбод, формат посилки 8N1. Для спрощення вузлів сигналізація передбачає специфічну синхронізує послідовність, завдяки якій початкове відхилення джерела тактовою у відомого пристрою може досягати 14%. Це дозволяє відмовитися від кварцовою або керамічної стабілізації частоти і здешевити пристрою.

Обмін даними відбувається пакетами. Кожен пакет має заголовок. Тема передається тільки головним пристроєм. Тема складається з UART Break, синхронізуючий байт 0x55 та байт-ідентифікатора пакету. UART Break - спеціальна посилка з 13 нульових бітів підряд. Стандартний UART Break містить 11 нульових бітів підряд, але, у зв'язку з допустимим нестандартним відхиленням частот синхронізації його розширили до 13 біт. Ідентифікатор пакету кодує довжину даних (до 8 байт) і тип повідомлення. Типи повідомлень можуть бути зумовлені специфікацією або призначеними користувачем (тобто їх призначення визначає розробник пристроїв). Після заголовка йдуть дані, які може передавати майстер або ведене пристрій, в залежності від значення ідентифікатора в заголовку. Завершується пакет одnobайтовою контрольною сумою.

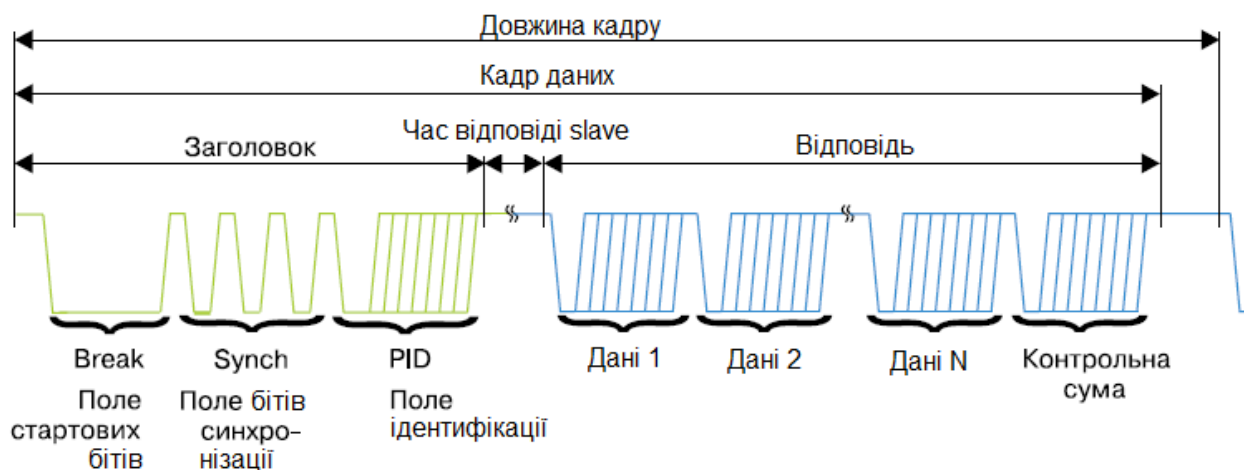


Рисунок 4.4.2 - Структура кадру мережі LIN.

Передбачена можливість перекладу шини в стан сну (тиша на лінії > 25000 бітових інтервалів) і побудки шини (нуль на 8 бітових інтервалів).

LIN є об'єктно-орієнтованим протоколом. Тобто він адресує не фізичні пристрої на шині а деякі функції, заcodedовані в ідентифікатор пакета. Тому в пакеті немає формального адреси пристрою.

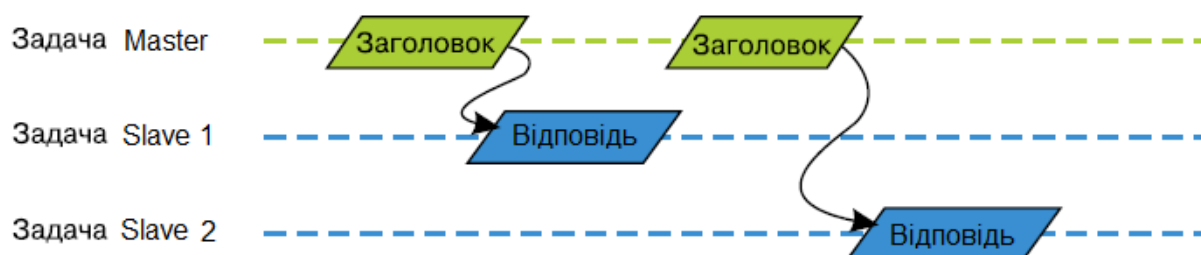


Рисунок 4.4.3 - Схема протоколу мережі LIN.

Для роботи мікроконтролера з LIN мережею необхідний LIN трансмітер, в якості якого було обрано Atmel ATA6662.

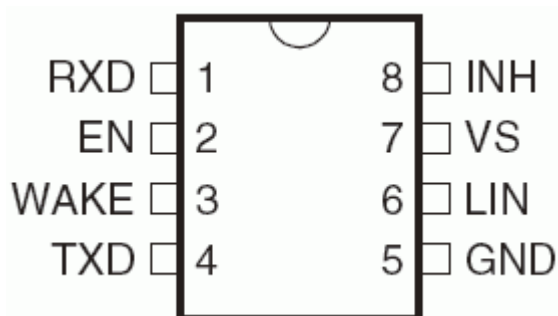


Рисунок 4.4.4 - Схема виводів LIN трансмітера ATA6662.

Нога мікросхеми 1 (Rx) та 4 (Tx) – відповідають за обмін даними через UART інтерфейс між мікроконтролером та трансмітером. Нога 2 мікросхеми відповідає за вмикання та вимикання мікросхеми, в даному пристрої цей режим не потрібен, тому ця нога підключена до лінії 5в. Нога 6, це вихід, що підключається до LIN мережі. 7 – живлення 12в. 5 – земля.

4.5 Блок введення та виведення інформації

Для відображення інформації з приладу, використано OLED дисплей діагоналю 0.96 дюйма з внутрішнім контролером SSD1306 (Рис.1).

OLED - Органічний світлодіод, напівпровідниковий прилад, виготовлений з органічних сполучень, що ефективно випромінюють світло, під час проходження через них електричного струму.

OLED-технологія знайшла своє основне застосування при створенні пристроїв для відображення інформації.

Даний дисплей має високу яскравість та контраст, тому інформацію на ньому гарно видно, вночі та вдень. Також дисплей має інтерфейс підключення I²C до мікроконтролера, що дозволяє під'єднати дисплей всього чотирьома дротами.

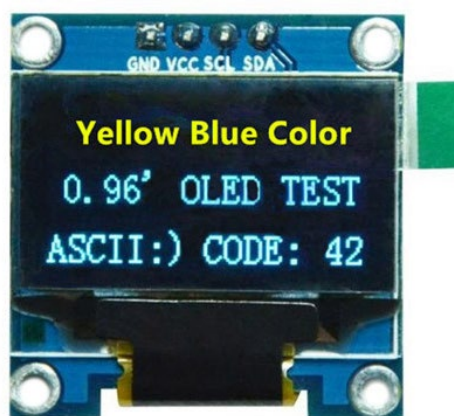


Рисунок 4.5.1 - OLED дисплей з контролером SSD1306.

Тактові кнопки використовуються для введення інформації. За допомогою них, можна рухатись по графічному меню пристрою, та налаштовувати параметри пристрою в ручному режимі. Так як, кнопки не ідеальні, вони мають брязкіт контактів всередині, тому вони підключені до мікроконтролера за схемою (Рис 4.2).

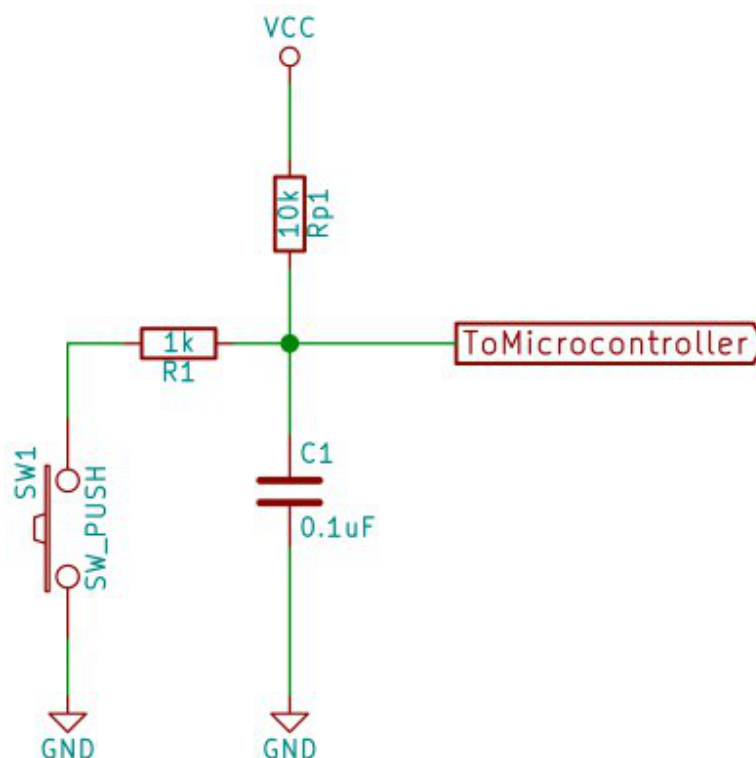


Рисунок 4.5.2 - Схема підключення кнопки до мікроконтролера.

Резистор R1 використовується для струмообмежування, та захисту порта мікроконтролера від зайвого споживання струму, що призводить до виходу його з ладу. Резистор Rp1 – це резистори підтяжки. Щоб, на порт мікроконтролера при відпущеній кнопці, поступив сигнал низького рівня сигналу, або логічний нуль. Конденсатор C1 - захист схему від пульсацій контактів.

4.6 Розробка принципової та блок схеми пристрою

Під час розробки пристрою було обрано AVR мікроконтролер Atmega328P-AU, буква P в маркуванні – означає версію з низьким енергоспоживанням, а приставка AU – тип корпусу TQFP32. Це основний вузол, він обробляє інформацію від модуля CAN-Bus та відображає всю інформацію на OLED дисплеї. Особливість даного мікроконтролера зручність програмування, можна встановлення завантажувач Arduino, що дозволяє програмувати мікроконтролер у середовищі Arduino IDE.

Arduino - торгова марка апаратно-програмних засобів для побудови простих систем для автоматики і робототехники, орієнтована на непрофесіональних користувачів.

Програмна частина складається з безкоштовної програмної оболонки (IDE) для написання програм, в ній можливо компілювати код та записувати програму у мікроконтролер через віртуальний COM-порт. Апаратна частина являє собою набір модулів, які продаються як офіційним виробником, так і не офіційними виробниками. Найбільш відкрита архітектурна дозволяє вільно копіювати або доповнювати лінійку продукції Arduino.

Arduino може використовувати як для створення автономних об'єктів автоматики, так і підключити до програмного забезпечення на комп'ютерах через стандартні дротові та бездротові інтерфейси. Апаратна обчислювальна платформа для аматорського конструювання, в якій основними компонентами є друкована плата з мікроконтролером з елементами вводу та виводу, а також середовище розробки Arduino IDE на мові програмування, що є спрощеною модифікацією мови програмування C++. Arduino може використовуватися як для створення автономних інтерактивних об'єктів, так і підключатися до програмного забезпечення, яке виконується на комп'ютері (наприклад: Processing, Adobe Flash, Max/MSP, Pure Data, SuperCollider). Інформація про плату (рисунок друкованої плати, специфікації елементів, програмне забезпечення) знаходяться у відкритому доступі і можуть бути використані тими, хто воліє створювати плати власноруч/

Плати Arduino складаються з мікроконтролера Atmel AVR або ARM Cortex-A, а також елементів обв'язки для програмування та інтеграції з іншими пристроями. На багатьох платах наявний лінійний стабілізатор напруги +5В або +3,3В. Тактування здійснюється на частоті 16 або 8 МГц кварцовим резонатором, для сімейства 8 бітних мікроконтролерів та 42 або 84 для 32 бітних мікроконтролерів. У мікроконтролер записаний завантажувач (bootloader), тому зовнішній програматор не потрібен.



Рисунок 4.6.1 - Фото плати Arduino nano.

Середовище розробки Arduino - це багато платформовий додаток на Java, що включає редактор коду, компілятор та модуль передачі програми в плату. Середовище розробки базується на мові програмування Processing та розроблене для програмування новачками, що не знайомі близько з розробкою програмного забезпечення. Мова програмування схожа на мову Wiring. Загалом, це C++, доповнений бібліотеками. Програма, обробляється за допомогою процесора, а потім компілюється в AVR-GCC.

Пристрій повинен мати можливість живлення від різних джерел, як від 12В, так і від мережі 220В. Мікроконтролер живиться від +5В, тому необхідний лінійний понижувальний стабілізатор напруги. Для цього обрано мікросхему AMS1117-5.0, що має діапазон входних напруги 6 – 16В. Бортова мережа електромобіля, має діапазон напруги 10,5 – 14,2В. Для живлення від мережі 220В, необхідний додатковий блок живлення на 12В.

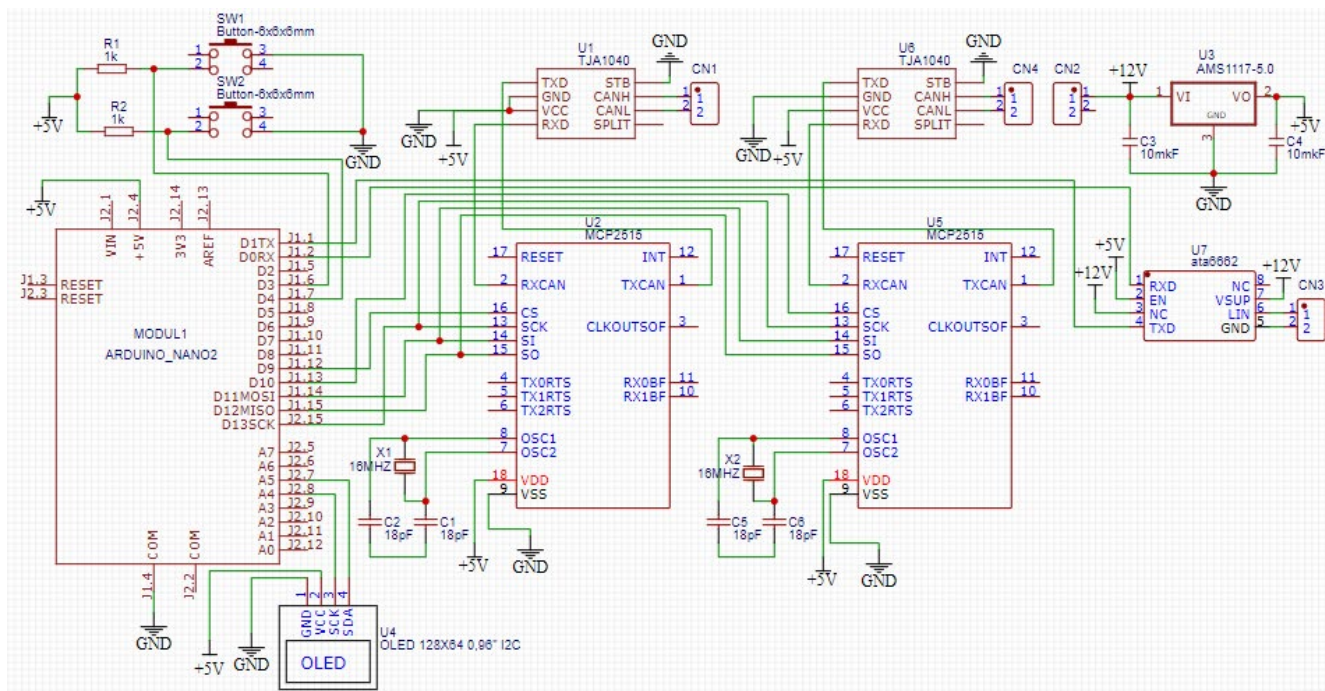


Рисунок 4.6.2 - Принципова схема приладу.

4.7 Розробка друкованої плати

Друкована плата приладу розроблена в середовищі розробки схем та плат Easy EDA, у ній міститься багато бібліотек з компонентами, це дозволяє швидко розташувати елементи схеми на робочому просторі. Контакти деталей необхідно з'єднати між собою зв'язками, так як, вказано у принциповій схемі. Коли зв'язки готові, можна прокладати доріжки плати. Зв'язки допомагають орієнтуватися на платі, при розробці. Можна скористатися функцією автоматичного розведення доріжок плати, але після цього необхідно редагувати деякі з'єднання. Для зручності монтажу пристрою в корпус, пристрій рознесено на дві друковані плати, що підключені між собою через PLS роз'єм. На основній платі розміщено Arduino Nano , 2 CAN контролери MCP2515, 2 CAN трансмітери TJA1040, LIN трансмітер ATA6662, стабілізатор напруги AMS1117-5. На другій платі розташовано дисплей та тактові кнопки з обв'язкою.

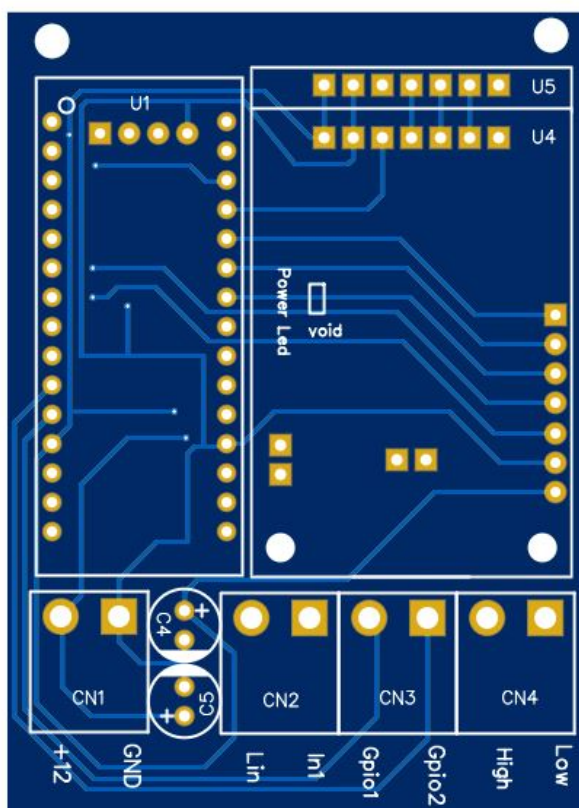


Рисунок 4.7.1 - Передня сторона першої друкованої плати пристрою.

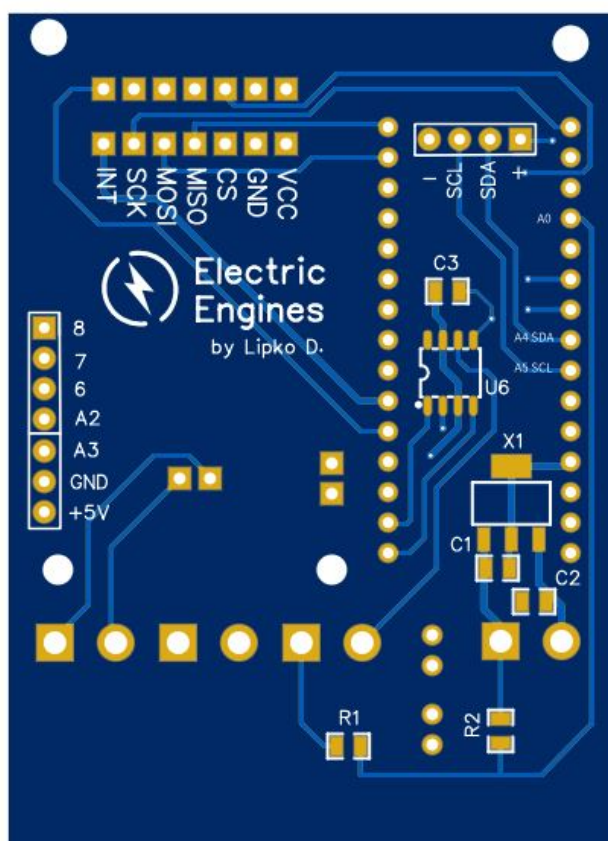


Рисунок 4.7.2 - Задня сторона першої друкованої плати пристрою.

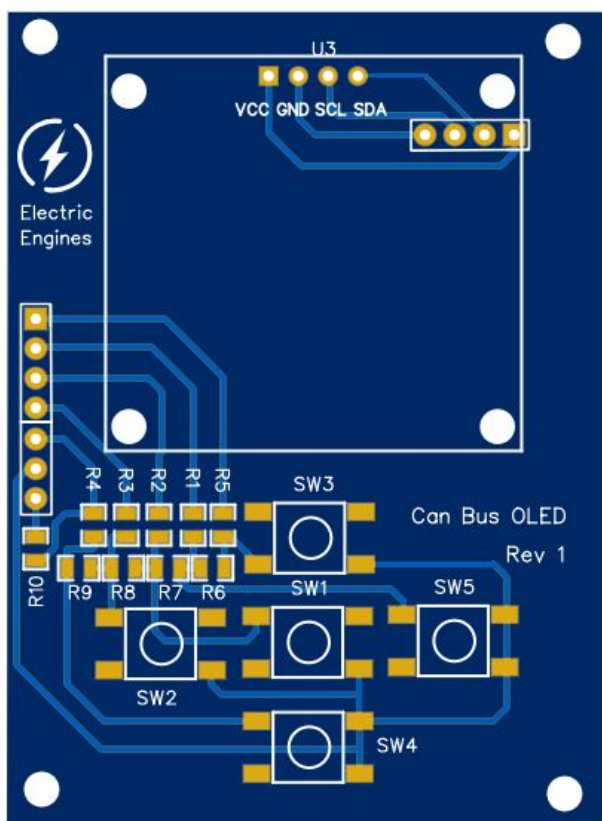


Рисунок 4.7.3 - Передня сторона першої друкованої плати пристрою.

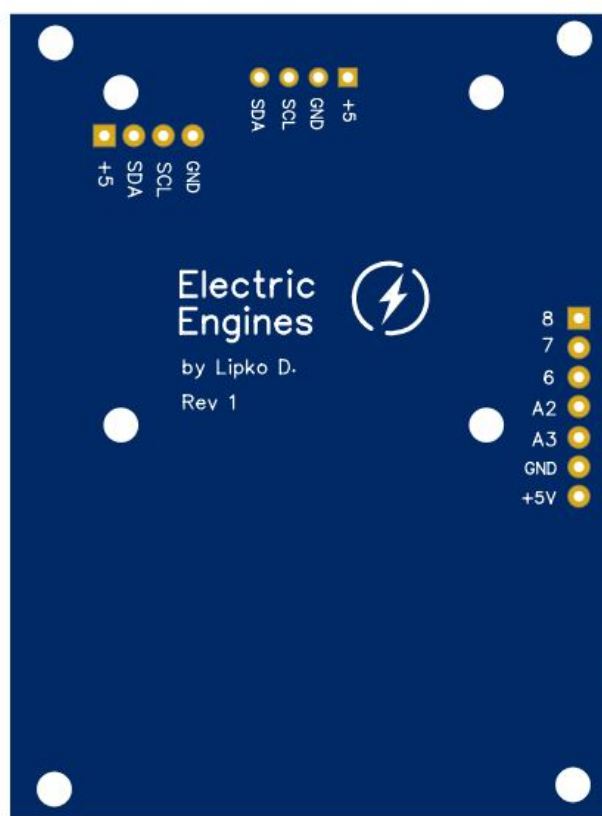


Рисунок 4.7.4 - Задня сторона другої друкованої плати пристрою.

4.8 Розробка корпусу приладу

Для захисту , та зручності користування приладу, слід розробити корпус, у якому буде знаходитись електроніка пристрою. Середовище для моделювання обрано Компас 3Д. Спочатку, необхідно створити новий проект, треба обрати тривимірну деталь. Далі, слід на робочому полі обрати, першу площину та накреслити периметр корпусу, отриманий ескіз необхідно видавити на товщину стінки корпусу, а саме 1,3 мм.. Після, на отриманому тілі, креслимо два прямокутника, один по самому контуру тіла, а другий на відстані 1,25 мм, в середину тіла. Надаємо ескізу товщину 20 мм. Далі, робимо отвори в стінках, під дисплей, кнопки, роз'єми підключення інтерфейсів обміну даними та живлення. Отримуємо основну модель корпусу для прототипу прилада.

Задня стінка приладу, моделюється так само. але на кроці два, необхідно зробити периметр, з відступом 1,3 мм від краю моделі, та надати ескізу товщину 3 мм. Отримано, другу частину для корпусу пристрою.

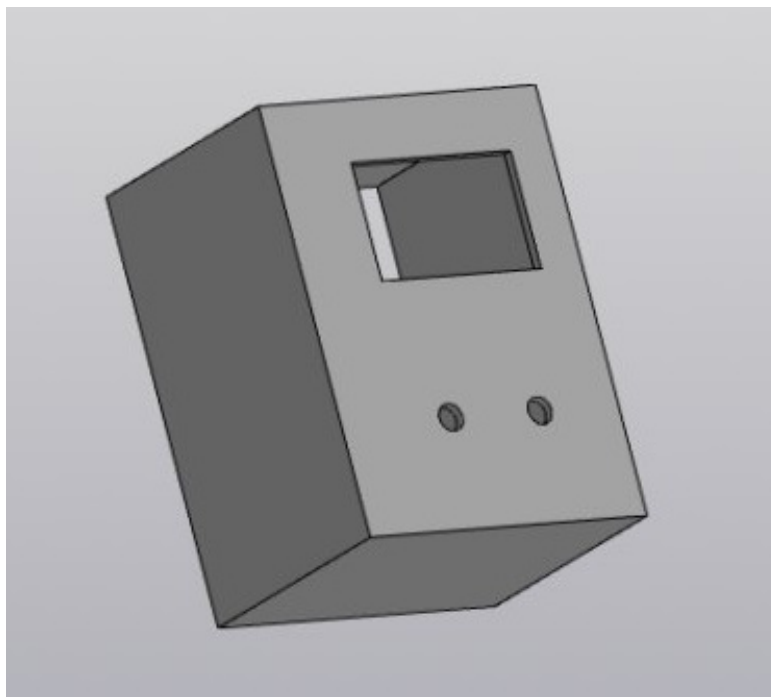


Рисунок 4.8.1 - Основна частина корпусу приладу, вигляд спереду.

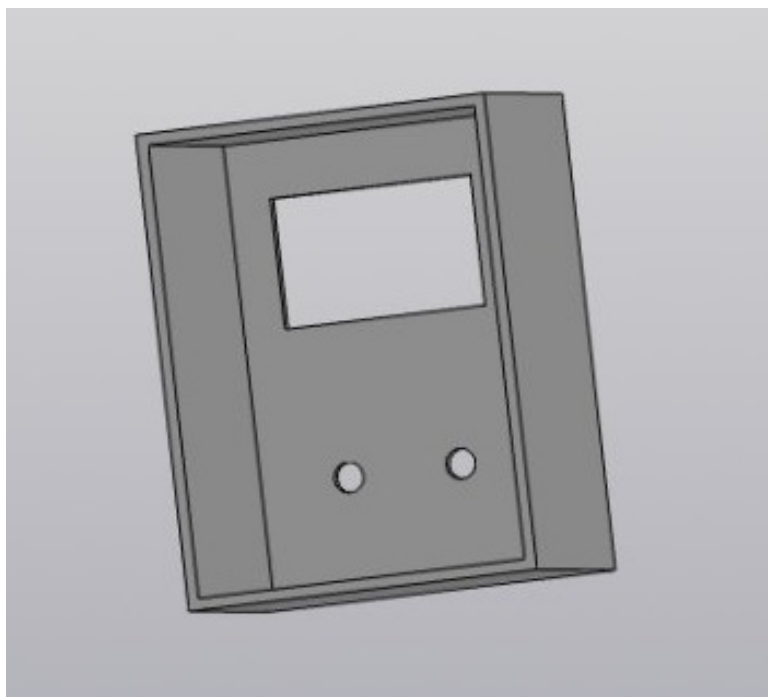


Рисунок 4.8.2 - Основна частина корпусу пристрою, вигляд ззаду.

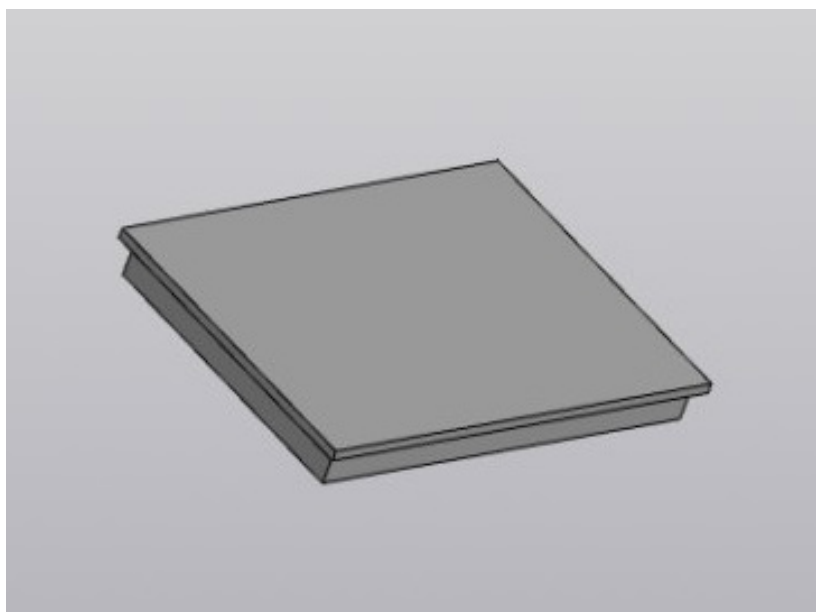


Рисунок 4.8.3 - Задня частина корпусу пристрою, вигляд спереду.

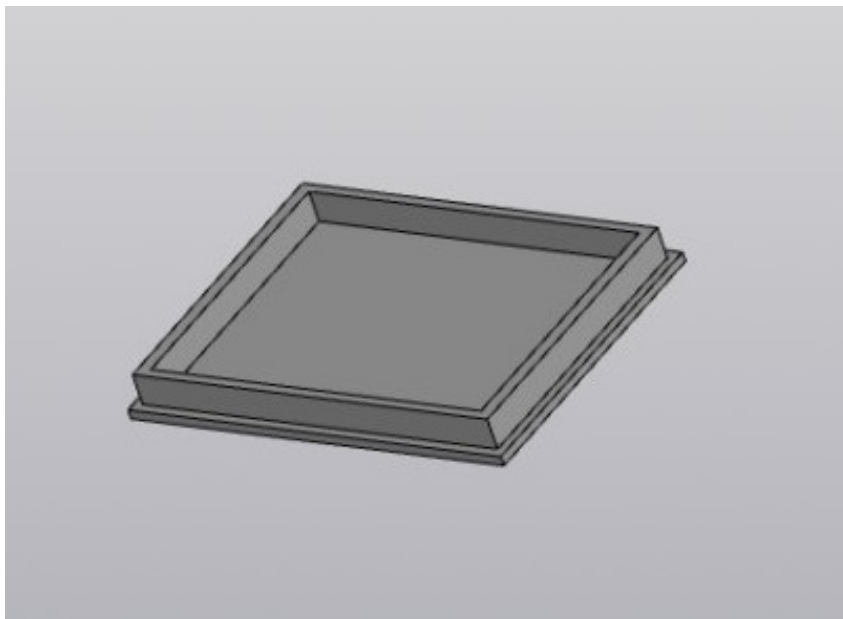


Рисунок 4.8.4 - Задня частина корпусу пристрою, вигляд ззаду.

5. ВИГОТОВЛЕННЯ ПРОТОТИПУ ПРИСТРОЮ

5.1 Виготовлення прототипу друкованої плати

У пристрої використані деталі як для SMD монтажу так і деталі з вивідним монтажем, тому було використано сумісний монтаж. Зовнішні пристрої підключені до плати через роз'єм з фіксацією TGD-5.0-2p, а плата з модулем Arduino NANO на штировому з'єднанні PLS, що дозволяє у випадку виходу із строю компонентів, швидко їх міняти, без використання додаткового паяльного обладнання, що дуже зручно для прототипу пристрою. Також, такі роз'єми використовуються для живлення плати, та на підключення периферії, що дає змогу швидкої заміни приладу в цілому.

Перша плата прототипу виготовлена в домашніх умовах, за допомогою технологією ЛПТ технології. Спершу необхідно вирізати лист одностороннього фольгового склотекстоліту розміром 45х64 мм, а далі його треба натерти наждачним папером до блиску.

Фотошаблон, треба роздрукувати на лазерному принтері, з максимальною кількістю тонера. Слід пам'ятати, що зображення після нанесення на склотекстоліт стає дзеркально відображеним, тому це треба враховувати при налаштуваннях друку. При необхідності, в програмі розробки друкованих плат, є функція дзеркального відображення друку.

На підготовлену поверхню склотекстоліту прикладеться фотошаблон, зображенням вниз. Після чого заготовка плати з фотошаблоном вставляється в ламінатор, або прикладається будь-яка гаряча поверхня. Тонер відбиваються від поверхні шаблону, і прилипає до поверхні текстоліту під дією температури. Склотекстоліт треба залишити охолоджуватися протягом 5 хвилин, а після відклеїти фотошаблон. Після чого, можна знімати залишки фотошаблону. На склотекстоліті залишається зображення, яке слід очистити, так як, в отворах, що будуть свердлити можуть залишитися частинки паперу, що призведе до погано травлення.

В домашніх умовах, також можна зробити друковану плату, шляхом

використання фоторезисту. Спершу, друкується негативний фотошаблон на прозорій плівці, що прикладається до склотекстоліту, на який після очищення нанесено фоторезист. Після чого, заготовку друкованої плати засвічують ультрафіолетовою лампою протягом 5 хвилин. Коли, фоторезист буде засвічен, його залишки треба змити розчином йодованої солі.

Далі, травлення плати у розчині хлорного заліза. Заготовку друкованої плати необхідно покласти у ємність з розчином, так щоб вона знаходилась на поверхні, тоді мідь впаде на дно, це пришвидшить процес травлення, та покращить якість виготовлення плати. Даний процес займає близько 15-30 хвилин. Від температури та якості розчину, залежить швидкість реакції. Коли зайва мідь від'єднається від текстоліту, друковану плату можна витягувати із розчину. Її необхідно очистити промивши під проточною водою. Далі, необхідно змити тонер з друкованої плати, хімічним або механічним способом.

Наступний етап, свердлення отворів у склотекстоліті. Діаметром 1 мм – основні отвори. На даний момент друкована плата готова до монтажу деталей. Цим методом, можливе також нанести зображення з другої сторони друкованої плати, якщо необхідна додаткова інформація на самій платі. Як приклад, розташування тексту, маркування деталей, ключ та тип корпусу мікросхем, зображення, також іншу інформацію.

Пайка деталей виконується при температурі наконечника паяльника 320°C з використанням флюсу, або канифолі.

Перевага, цього методу, у дешевизні. А також у співвідношенні ціни до якості друкованих плат при умові, що вони не великих розмірів. 0.5-0.6 мм - це мінімальна ширина доріжок, що можна отримати. Основні недоліки цього методу, складність виготовлення плат великих розмірів, та плат з великою кількістю перехідних отворів, а також не висока швидкість виготовлення. В домашніх умовах дуже складно виготовити додаткові захисні шар. Але цей метод підходить, для виготовлення прототипу пристрою в одному екземплярі.

Для захисту друкованої плати від можливості фізичного пошкодження або дефектів при монтажі компонентів, необхідне нанесення захисного покриття –

маски. Вона робиться за допомогою спеціальної пасти або фоторезисту. Колір маски можна обрати серед таких стандартних кольорів: зелений, синій, червоний, чорний, білий, жовтий.

Окрім захисної маски на плату можна нанести додатковий шар з позначенням місця деталей, та маркуваннями. А також корисну інформацію, у вигляді тексту, або зображення. Колір цього шару, майже завжди білий. Особливо, цей шар необхідний при серійному виготовленні плат, так як саме на цьому шарі знаходяться мітки, для ЧПУ верстату, що автоматично розміщує деталі на платі.

Оскільки, зараз доступні сервіси для замовлення друкованих плат з Китаю, то прототип другої версії друкованої плати пристрою, було замовлено в сервісі виготовлення друкованих плат JLCPCB. Переваги такого методу, в тому, що можна отримати плату виготовлену на заводі, досить високої якості, у великих обсягах. Технологія виготовлення, дозволяє робити велику кількість перехідних отворів, металізацію отворів, та велику щільність елементів, чого не можливо власноруч зробити. Основний недолік, це час доставки друкованих плат, треба чекати 2 – 3 тижні.

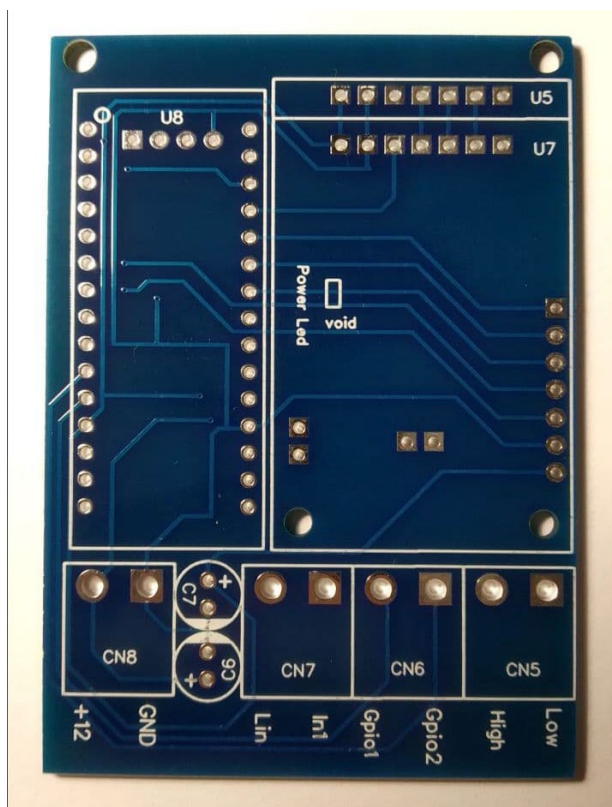


Рисунок 5.1.1 - Фото передньої сторони виготовленої плати один

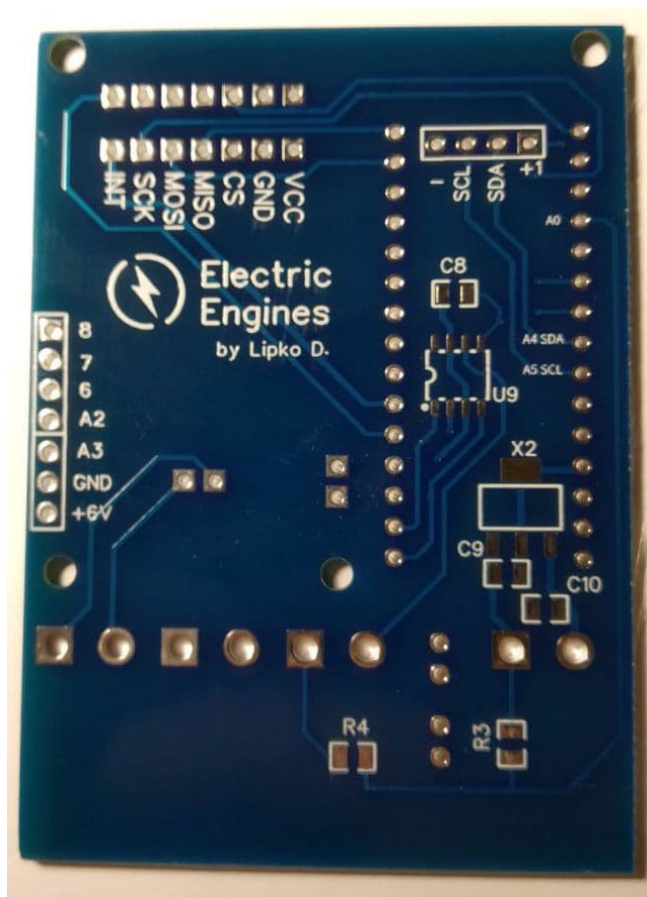


Рисунок 5.1.2 - Фото задньої сторони виготовленої плати один.



Рисунок 5.1.3 - Фото передньої сторони виготовленої плати два.



Рисунок 5.1.4 - Фото задньої сторони виготовленої плати два.

5.2 Монтаж деталей на друковану плату

Коли друкована плата готова, можна почати монтувати деталі на плату. Монтаж деталей слід робити за допомогою спеціальної паяльної станції. В параметрах станції, треба встановити температуру на нагрівача паяльника 320°C , щоб не перегріти плату під час пайки, та не пошкодити компоненти.

Перший етап, покриття місця під пайку виводів компоненті, розчином флюсу, а далі покрити тонким шаром припою, щоб полегшити припаювання деталей до плати в подальшому, так як, необхідно менше часу гріти місце деталі на платі.

Другий етап, встановленням деталей на друкованій платі. Почати слід з пайки роз'єма мікроконтролера, так як, цей компонент має більше всього виводів, та

складніше всього встановлюються на плату. Далі, слід припаяти стабілізатор напруги. Пасивні елементи, конденсатори та резистори, в останню чергу слід паяти.

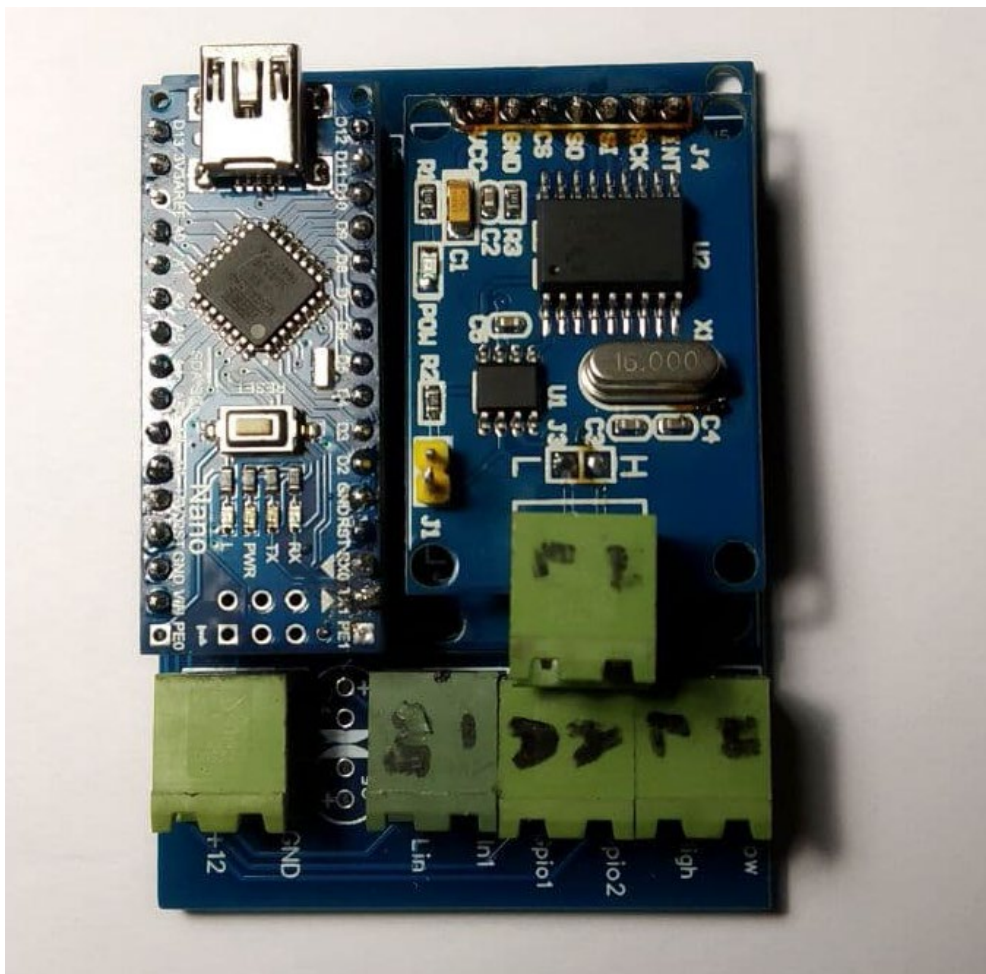


Рисунок 5.2.1 - Фото зібраної друкованої плати пристрою.

5.3 Виготовлення корпусу приладу

Розроблено трьох вимірну модель корпусу для прототипа приладу, яку можна роздрукувати на 3д принтері. Для 3д друку використовуються такі типи пластики:

- ABS+;
- ABS;
- PLA;
- PVA;
- PET;
- COPET;

- FLEX;
- ELASTAN;
- PC;
- HIPS;
- PP.

Пластику корпус прототипу надруковано з ABS, він має найнижчу ціну в порівнянні з іншими.

Після завершення моделювання корпусу, модель потрібно зберегти в форматі .STL, даний формат широко використовується для зберігання тривимірних моделей об'єктів. Інформація про об'єкт зберігається, списком трикутних граней, що описують поверхню та нормалі об'єкту. STL-файл, може бути двійковим або текстовим (ASCII).

STL-файл треба відкрити в програмі Repetier-Host, в якій налаштовуються параметри 3д друку, а також розміщення деталі на робочому столі принтера. Після налаштувань, треба запустити процес конвертування тривимірної моделі у формат G-code. G- code - це код з послідовністю дій верстату. У цьому форматі файл, відправляється на 3д принтер, для подальшого друку.

Для ABS пластика, робоче поле принтера необхідно бути розігріто до температури 75°C, а екструдер до 235°C. Час друку основної частини корпусу приладу займає близько 3 години 23 хвилини, задня частина корпусу друкується 50 хвилин. Для того, щоб зняти модель з робочої зони 3д принтера, треба дочекатись її охолодження, після чого модель сама від'єднається від поверхнею принтера.

6. СТАРТАП ПРОЕКТ

6.1 Опис ідеї стартап проекту

Таблиця 6.1.1 - Опис ідеї стартап проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Контроль параметрів акумуляторної батареї	1. Транспортні засоби, для контролю параметрів тягової акумуляторної батареї електротранспорту	Перехід на більш екологічні транспортні засоби, економія витрат на паливе за рахунок використання електротранспорту. Безпека використання електротранспорту.
	2. Промисловий, для контролю параметрів акумуляторної батареї, що знаходяться на виробництвах, в системах безперебійного живлення.	Є можливість не зупиняти роботу виробництва під час відключення центрального енергопостачання, що зменшує витрати на зупинку роботи виробництва під час форс-мажорних обставин.
	3. Розумний дім, параметрів акумуляторної батареї, що встановлені в будинку, для накопичення енергії з альтернативних джерел енергії.	Є можливість контролю стану акумуляторної батареї, що продовжує ресурс батареї, та строк її експлуатації. Моніторинг накопиченої енергії. Безпека тримання акумуляторної батареї вдома, так як вона весь час знаходиться під системою контролю пристрою, та захищає від пожежі, у випадку виходу зі строю акумулятора.

Таблиця 6.1.2 - Опис ідеї стартап проекту

№ П / П	Техніко-економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів			W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
		Мій проект	Orion BMS	SMART BMS			
1	Розміри та мобільність	Невеликі розміри, велика	Великі розміри, мала	Малі розміри, низька			+
2	Складність налаштування	Просте	Середня	Складна		+	
3	Ціна	Низька	Велика	Велика			+
4	Мультивимірювання	В наявності	Ні	Ні			+
5	Прогнозування	В наявності	Ні	Ні			+

6.2 Технологічний аудит ідеї проекту

Таблиця 6.2.1 - Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
		Електричні компоненти	Наявні	Доступні
		Друковані плати	Наявні	Доступні
		Корпус приладу	Наявні	Доступні
		Програмне забезпечення	Наявні	Доступні
		Акумуляторні батареї	Наявні	Доступні
Дана технологія реалізації ідеї стартап проекту. Всі компоненти є, та наявні в вільному доступі				

6.3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Таблиця 6.3.1 - Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№, п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	5
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	~500 000 грн
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
3	Наявність обмежень для входу(вказати характер обмежень)	Відсутні
4	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Відсутні
5	Середня норма рентабельності в галузі(або по ринку), %	~50%

Таблиця 8.3.2 - Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№, п/п	Потреба що формує ринок	Цільова аудиторія	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1	Автоматизація процесів навчання та дослідження та контроль досліджувального середовища	Науковці, дослідники, учні, педагоги, ентузіасти, студенти	Поведінку клієнта формують: мала ціна, швидкість доставки, зручність у користуванні, мобільність приладу, мультизадачність	Якість роботи кінцевого продукту, його низька ціна
2	Автоматизація та контроль виробничих процесів	Підприємці та виробники також робітники цих підприємств	Поведінку клієнта формують: надійність, мала ціна, швидкість доставки, зручність у користуванні, мобільність приладу, мультизадачність, здатність до прогнозування.	Якість роботи кінцевого продукту, можливість до прогнозування, швидкість доставки та підтримка з боку виробника
3	Використання в якості кліматичного модуля в системах розумного дому	Будь-хто	Поведінку клієнта формують: мала ціна, швидкість доставки, зручність у користуванні, мобільність приладу, мультизадачність, здатність до прогнозування	Якість роботи кінцевого продукту, простота в користуванні, мала ціна, інтелектуальність, підтримка з боку виробника

Таблиця 6.3.3 - Фактори загроз

№, п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Потрібні кваліфіковані кадри	Потреба в людях з певними освітнім рівнем	Рекрутинг робочого персоналу
2	Ресурсна проблема	Проблема у виготовленні кінцевого продукту	Укладання договорів з державними структурами для фінансування та надання можливостей для пошуку нових постачальників
3	Глобальна економічна криза	Проблеми з капіталізацією, зниження рівня продажів	Розробка більш дешевого пристрою, пошук нових способів продажу
4	Відсутність вільного капіталу	Проблеми з новими розробками та розрахунками	Отримання банківських кредитів, продаж акцій, пошук нових інвесторів
5	Проблеми постачання	Проблеми з виготовленням нових пристроїв та підтримкою старих	Пошук нових постачальників комплектуючих, розробки нових систем із інших компонентів

Таблиця 6.3.4 - Фактори можливостей

№, п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Конкуренція	Винайдення та розробка нового товару з більш кращими властивостями, зниження цін	Удосконалення власного товару шляхом підвищення якості роботи та зниження ціни кінцевого продукту
2	Попит	На ринку має місце велика зацікавленість в таких інноваційних приладах з боку звичайних користувачів та виробників	Підвищення жорсткої рекламної діяльності, просування товару в мережі інтернет та офлайн
3	Зростання ринку	Зростання об'ємів продаж	Накопичення капіталу компанії для подальшого розвитку продукту та розширення штату

Таблиця 6.3.5 - Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1. За типом конкуренції -олігополія	На ринку присутня не велика кількість компаній, що займаються розробкою пристроїв для контролю параметрів акумуляторної батареї.	Розробка більш якісного продукту, використання сучасних технологій та зниження ціни продукції.
2. За рівнем конкурентної боротьби -національний	Місце знаходження компаній не обмежується територіально; офіси фірм розміщуються у різних містах та країнах	Налагоджування поставок продукції у різні країни.
3. За галузевою ознакою -внутрішньо-галузева	Економічна конкуренція між різними товаровиробниками систем які працюють в одній галузі виробництва	Дослідження пристроїв конкурентів.
4. Конкуренція за видами товарів: - товаро-видова	Конкуренція між компаніями, які виробляють продукт одного виду	Знижувати ціну товару, покращувати якість роботи.
5. За характером конкурентних переваг -нецінова	Потреба конкурувати на ринку серед інших за рахунок: якості; функціоналу кінцевого продукту.	Покращення якості кінцевого продукту, зниження ціни виробництва за рахунок масовості
6. За інтенсивністю -марочна	На ринку присутні компанії, котрі відомий	Роботи свій бренд більш відомим

Таблиця 6.3.6 - Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари замітники
	Orion BMS	-	Кількість та якість постачальників	Низька ціна, надійність, швидка доставка, зручність, здатність до прогнозування і адаптації, зручність користування, мобільність, широкий спектр застосування	Замінники існують, проте вони не мають змогу до прогнозування і адаптації
Висновки:	Інтенсивність висока, так як товар є складним у виготовленні та подальшої підтримки	-	Постачальники мають великий вплив так як конкуренція має національні властивості, а також велике значення має швидкість між виготовленням та клієнтом		

Таблиця 6.3.7 - Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№, п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Ціна	Ціна нижча ніж у конкурентів
2	Масовість виробництва та терміни	Зниження з часом ціни за рахунок більш оптової закупки комплектуючих
3	Достатня якість продукції	Підтримка клієнтів після продажу продукту.

Таблиця 6.3.8 - Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін інтелектуальної системи моніторингу та клімат контролю

№, п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з Orion BMS						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Ціна	15	+						
2	Терміни та масовість виробництва	16				+			
3	Інтелектуальність	19			+				
4	Мобільність	10		+					
5	Мультипараметричність	19				+			

Таблиця 6.3.9 - SWOT - аналіз стартап-проекту

Сильні сторони: надійність, універсальність використання в системах на різну кількість комірок, низька ціна готового продукту, гарний інтерфейс роботи з користувачем.	Слабкі сторони: незнайомий бренд, не великий досвід в порівнянні з конкурентами.
Можливості: розвивати програмну частину проекту та оновлювати пристрій дистанційно тим самим підвищувати якість продукту, розвивати ім'я бренду на ринку .	Загрози: недостача кваліфікованих кадрів, поява нових конкурентів, економічна криза.

Таблиця 6.3.10 - Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№ п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1	Розробка нових функцій програмним шляхом	65%	9 місяців
2	Розробка інших частин системи контролю параметрів акумуляторної батареї	35%	4 місяці

6.4. Розроблення ринкової стратегії стартап проекту

Таблиця 6.4.1 - Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Дослідницькі лабораторії	готові	Високий	Середня	Висока
2	Навчальні заклади	готові	Низький	Середня	Низька
3	Промисловість	готові	Високий	Висока	Низька
4	Приватні клієнти	готові	Високий	Висока	Середня
Які цільові групи обрано: промисловість, приватні клієнти					

Таблиця 6.4.2 - Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку*
1	Розробка більшого функціоналу інтелектуальної системи моніторингу та клімат контролю	Розширення ринку за рахунок вирішення більшого спектру задач та потреб кінцевих користувачів	Вирішується більше проблем та задач кінцевих користувачів	Стратегія лідерства на витратах
2	Розробка інших частин інтелектуальної системи моніторингу та клімат контролю	Розширення ринку за рахунок вирішення більшого спектру задач та потреб кінцевих користувачів	Вирішується більше проблем та задач кінцевих користувачів	Стратегія лідерства на витратах

Таблиця 6.4.3 - Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/ п	Чи є проект «першим» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки*
1	Ні	Так	Ні	Так

Таблиця 6.4.4 - Визначення стратегії позиціювання

<i>№ п/ п</i>	<i>Вимоги до товару цільової аудиторії</i>	<i>Базова стратегія розвитку</i>	<i>Ключові конкурентоспромо жні позиції власного стартаппроекту</i>	<i>Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)</i>
1	Ціна	Лідерства на витратах	Низька ціна	Оптимальне співвідношення ціна/якість, покращення існуючих характеристик.
2	Якість	Лідерства на витратах	Висока якість	
3	Мобільність	Лідерства на витратах	Висока мобільність	
4	Точність	Лідерства на витратах	Висока точність	

6.5. Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Таблиця 6.5.1 - Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

<i>№ п/п</i>	<i>Потреба</i>	<i>Вигода, яку пропонує товар</i>	<i>Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)</i>
1	Низька ціна	Низька ціна на ринку	Низька ціна на ринку
2	Висока якість	Висока якість	Висока якість
3	Гнучкість у використанні	Можливість пристосуватися до різних потреб користувачів	Можливість пристосуватися до різних потреб користувачів

Таблиця 6.5.2 - Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
I. Товар за задумом	Система параметрів акумуляторної батареї		
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	М/Нм	Вр/Тх /Тл/Е/Ор
	1. Швидкість роботи	М	ВР
	2. Точність вимірювання	М	Тх
	3. Споживана потужність	М	Тл
	Якість: дотримується вимогам стандартів		
	Пакування: інструкція, пристрій.		
Марка: “Electric Engines ”			
III. Товар із підкріпленням	До продажу: гарантійний талон, договір купівлі.		
	Після продажу: підтримка.		
За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: патент на корисну модель.			

Таблиця 6.5.3 - Визначення меж встановлення ціни

№ п/п	Рівень цін на товари замітники	Рівень цін на товари аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1	-	1500\$	3000\$	250 - 300 \$

Таблиця 6.5.4 - Формування системи збуту

№ п/п	.Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1	Найкраща якість та більша кількість функцій за нижчу ціну	Налагодження контакту з клієнтами, надання достовірної інформації про характеристики, настройка за потреби.	Канал першого рівня	Через посередників

Таблиця 6.5.5 - Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки	Канали комунікацій,	Ключові позиції,	Завдання рекламного	Концепція рекламного
	цільових клієнтів	якими користуютьс я цілові клієнти	обрані для позиціонуван ня	повідомлення	звернення
	Вибір найкращого продукту	Прямі - канал комунікації, коли інформація передається безпосередн ьо від інформатора до інформовано ї особи	Якість, низька кількість браку, низька ціна.	Надання повної інформації про переваги виробу	Хороші характерист ики за низької ціни

ВИСНОВКИ

Під час роботи, було розроблено прототип приладу для контролю параметрів акумуляторної батареї.

Першим етапом, практичної роботи став аналіз принципу роботи пристрою

для контролю параметрів акумуляторної батареї, які параметри пристрій вимірює, а також яким чином і в якому діапазоні. Досліджено принципи роботи CAN-Bus мережі, LIN мережі, SPI інтерфейсу та I2C інтерфейсу, а також, спосіб реалізації підтримку цих інтерфейсів. Після підготовки теоретичної бази, були підібрані компоненти пристрою, на основі яких розроблено друковану плату.

Другим етапом, практичної роботи стало виготовлення прототипу приладу контролю параметрів акумуляторної батареї. Прототип приладу, було зроблено на базі виготовленої під замовлення друкованої плати, на виробництві за розробленими кресленнями, на якій почалося тестування програмного забезпечення.

Третім етапом було написання програмного коду, та тестування прототипу на акумуляторній батареї ємністю 16кВт/год від Chevrolet Volt Gen1. У ході якого вдалося, отримати на дисплеї пристрою інформацію про напругу загальну батареї, напругу на всіх 96 комірках акумуляторної батареї.

Наприкінці практичної роботи, було отримано, дієвий прототип приладу контролю параметрів акумуляторної батареї.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Лебедєв О.М. Цифрова схемотехніка / О.М. Лебедєв, О.І. Ладик. – К.: Політехніка, 2004. – 247 с.
2. Ерофеев Ю.Н. Основы импульсной техники. / Ерофеев Ю.Н. – М.: Высш.шк., 1979. – 384 с.
3. Зубчук В.И. Справочник по цифровой схемотехнике. / Зубчук В.И., Сигорский В.П., Шкуро А.Н. – К.: Техника, 1990. – 446 с.
4. Хоровиц П. Искусство схемотехники. / Хоровиц П., Хилл У. – М.: Мир, 1963.
5. Борисевич А. В. Моделирование литий-ионных аккумуляторов для систем управления батареями: обзор текущего состояния / Современная техника и технологии – 2014
6. Barsukov Y. Battery cell balancing: What to balance and how //Texas Instruments. – 2009.
7. The fast charging station for Electric Vehicle from Nissan. [Электронный ресурс]. Режим доступа:
<http://www.pluginamerica.org/accessories/nissannsqc-44-series/>